

MITIGASI BENCANA LONGSOR DI KAWASAN
PERUMNAS BUKIT BERINGIN LESTARI, GONDORIYO,
NGALIYAN, SEMARANG DENGAN MENGGUNAKAN
VETIVER GRASS TECHNOLOGY

Raden Arfan Rifqiawan, S.E., M.Si.

**Penelitian ini Dibiayai
Anggaran DIPA UIN Walisongo**



**Lembaga Penelitian dan Pengabdian
kepada Masyarakat**

UIN Walisongo Semarang Tahun 2015



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN
KEPADA MASYARAKAT

Jl. Walisongo No. 3-5 Telp./Fax. 7615923 Semarang 50185

SURAT KETERANGAN

No. In.06.0/L.1/PP.06/ 597 /2015


Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat UIN Walisongo Semarang, dengan ini menerangkan bahwa Karya Pengabdian Dosen Individual yang berjudul:

**MITIGASI BENCANA LONGSOR DI KAWASAN PERUMNAS BUKIT
BERINGIN LESTARI, GONDORIYO, NGALIYAN, SEMARANG
DENGAN MENGGUNAKAN VETIVER GRASS TECHNOLOGY**

adalah benar-benar merupakan hasil Karya Pengabdian yang dilaksanakan oleh:

Nama : Raden Arfan Rifqjawan, S.E., M.Si.
NIP : 19800610 200901 1 009
Pangkat/Jabatan: Penata Muda Tk. I (III/b) / Asisten Ahli
Fakultas : Syari'ah

Demikian surat keterangan ini kami buat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Semarang, 6 Juli 2015
Ketua

Dr. H. Sholihan M. Ag.
NIP. 19600604 199403 1004

LAPORAN KARYA PENGABDIAN DOSEN

**MITIGASI BENCANA LONGSOR DI KAWASAN
PERUMNAS BUKIT BERINGIN LESTARI, GONDORIYO,
NGALIYAN, SEMARANG DENGAN MENGGUNAKAN
VETIVER GRASS TECHNOLOGY**



Oleh :
Raden Arfan Rifqiawan, S.E., M.Si.
NIP.19800610 200901 1 009
Penata Muda Tk.1 (III/b)

**DIBIAYAI DENGAN ANGGARAN DIPA UIN
WALISONGO TAHUN 2015**



**KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN
KEPADA MASYARAKAT**

Jl. Walisongo No. 3-5 Telp./Fax.7615923 Semarang 50185

SURAT KETERANGAN

No. In.06.0/L.1/PP.06/ 597 /2015

Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat UIN Walisongo Semarang, dengan ini menerangkan bahwa Karya Pengabdian Dosen Individual yang berjudul:

**MITIGASI BENCANA LONGSOR DI KAWASAN PERUMNAS BUKIT
BERINGIN LESTARI, GONDORIYO, NGALIYAN, SEMARANG
DENGAN MENGGUNAKAN VETIVER GRASS TECHNOLOGY**

adalah benar-benar merupakan hasil Karya Pengabdian yang dilaksanakan oleh:

Nama : Raden Arfan Rifqiawan, S.E., M.Si.
NIP : 19800610 200901 1 009
Pangkat/Jabatan: Penata Muda Tk. I (III/b) / Asisten Ahli
Fakultas : Syari'ah

Demikian surat keterangan ini kami buat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Semarang, 6 Juli 2015

Ketua ,

Dr. H. Sholihan, M. Ag.
NIP. 19600604 199403 1004

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur kami panjatkan ke hadirat Allah S.W.T., atas rahmatNya penelitian karya pengabdian dosen yang kami lakukan dengan judul **"Mitigasi Bencana Longsor Di Kawasan Perumnas Bukit Beringin Lestari, Gondoriyo, Ngaliyan, Semarang Dengan Menggunakan Vetiver Grass Technology"** ini dapat diselesaikan sesuai dengan waktu yang direncanakan.

Kami menyadari bahwa penelitian ini tidak akan terselesaikan dengan baik tanpa bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu kami mengucapkan terima kasih kepada Bapak Rektor dan Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat UIN Walisongo Semarang yang telah memberikan kepercayaan kepada kami untuk melaksanakan penelitian ini. Kami juga mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang membantu penelitian ini.

Kami menyadari bahwa penelitian ini masih terdapat kekurangan dan membutuhkan kritik para pembaca. Namun demikian kami harap penelitian ini bermanfaat.

Semarang, Juli 2015

Peneliti,

Raden Arfan Rifqiawan, S.E., M.Si.

ABSTRAK

Penelitian karya pengabdian dosen ini diwujudkan dengan kegiatan mitigasi bencana longsor di kawasan Perumnas Bukit Beringin Lestari, Gondoriyo, Ngaliyan, Semarang dengan menggunakan *Vetiver Grass Technology*. Penerapan *Vetiver Grass Technology* dilakukan dengan partisipasi aktif warga. Warga bahu membahu untuk melakukan mitigasi longsor di lingkungannya sendiri. Ada dua tahap dalam melakukan kegiatan ini. Tahap awal, warga meminta pihak perumnas selaku pengembang untuk melakukan penaludan ulang dan pemasangan bronjong pada lokasi bencana agar longsor susulan tidak terjadi lagi. Hal tersebut ditindak lanjuti Perumnas sebulan kemudian. Selanjutnya warga menerapkan *Vetiver Grass Technology* di sekitar lokasi bencana untuk merehabilitasi tanah bekas longsor, melindungi talud, bronjong dan bangunan rumah yang ada.

Keyword : Vetiver Grass Technology, mitigasi longsor

ABSTRACT

This action research is realized by the landslide disaster mitigation activities in the area of Perumnas Bukit Beringin Lestari, Gondoriyo, Ngaliyan, Semarang using Vetiver Grass Technology. Implementation of Vetiver Grass Technology carried out with the active participation of citizens. Residents work together to mitigate landslide in their own environment. There are two stages in this activity. The initial stage, the residents asked the Perumnas as the developer to carry out re-installation of rock riprap and gabions at the disaster site. This is done so that subsequent landslides do not occur again. It was followed up a month later by the Perumnas. The next stage is, people install Vetiver Grass Technology in the former disaster areas to rehabilitate the degraded land and protect rock riprap, gabions, and building houses.

Keyword : Vetiver Grass Technology, landslide mitigation

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
ABSTRAK.....	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
DAFTAR ISI.....	vi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	5
1.3 Batasan Masalah.....	5
1.4 Tujuan Penelitian.....	6
1.5 Signifikansi Penelitian.....	6
1.6 Sistematika Penulisan.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1 <i>Vetiver Grass Technology</i>	8
2.2 Karakteristik Khusus Rumput Vetiver.....	12
2.2.1 Karakteristik Morfologis.....	12
2.2.2 Karakteristik Fisiologis.....	14
2.2.3 Karakteristik Ekologis.....	14
2.2.4 Toleransi Rumput Vetiver Terhadap Cuaca Dingin.....	17
2.2.5 Ringkasan Lingkup Kemampuan Beradaptasi.....	17
2.2.6 Karakteristik Genetik.....	19
2.3 Potensi Adanya Rumput Liar.....	24
2.4 Kebun Bibit Vetiver.....	24
2.5 Cara Pembiakan.....	27
2.5.1 Memisahkan Tanaman Dewasa Untuk Menghasilkan Slip Anakan	27
2.5.2 Pembiakan Vetiver Dari Bagian Tanaman.....	28

2.5.3 Pembiakan Tunas Atau Pembiakan Mikro.....	30
2.5.4 Kultur Jaringan.....	30
2.6 Menyiapkan Material Penanaman.....	31
2.7 Jenis Bencana Alam Yang Bisa Dikurangi Dengan <i>Vetiver Grass Technology</i> (VGT).....	32
2.8 Prinsip Dasar Stabilitas Dan Stabilisasi Lereng.....	36
2.9 Jenis Longsor Pada Lereng.....	40
2.10 Mitigasi Longsor.....	41
2.11 Stabilisasi Lereng Vegetatif.....	46
2.12 VGT Dalam Mitigasi Bencana Alam & Perlindungan Infrastruktur...50	
2.13 Penerapan <i>Vetiver Grass Technology</i> di Indonesia.....	67
2.13.1 Aplikasi <i>Vetiver Grass Technology</i> di Desa Ban, Bali.....	67
2.13.2 Aplikasi <i>Vetiver Grass Technology</i> di Daerah Aliran Sungai Citarum, Jawa Barat.....	74
2.13.3 Aplikasi <i>Vetiver Grass Technology</i> Mengurangi Erosi di Pantai Bali, Melindungi Properti Tepi Pantai & Melestarikan Terumbu Karang.....	77
2.13.4 Aplikasi <i>Vetiver Grass Technology</i> pada Ladang Minyak di Jawa Timur.....	79
2.13.5 Aplikasi Vetiver untuk Departemen Pekerjaan Umum Divisi Jalan	80
2.14 Teori Perubahan Struktural Fungsional Masyarakat.....	81
BAB III METODE PENELITIAN.....	85
3.1 Metode PAR (<i>Participatory Action Research</i>).....	85
3.2 Tahapan Aksi.....	90
BAB IV HASIL KEGIATAN.....	92
4.1 Pemetaan Wilayah.....	92
4.2 Analisis Risiko.....	93
4.3 Turun Ke Komunitas.....	94
4.4 Membangun Sekutu Strategis.....	95
4.5 Hasil Observasi.....	97
4.6 Analisis Perubahan Struktural Fungsional Masyarakat.....	98

4.7 Pelaksanaan Kegiatan.....	99
4.8 Evaluasi Kegiatan.....	104
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	106
5.1 Kesimpulan.....	106
5.2 Saran.....	106
DAFTAR PUSTAKA.....	108

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Negara berkembang seperti Indonesia yang memiliki banyak penduduk dan persoalan, khususnya di perkotaan, yaitu ketika pertambahan penduduk dari desa atau daerah menuju ke perkotaan karena alasan mencari penghasilan. Akibatnya, yaitu banyak bermunculan perumahan masyarakat berpenghasilan menengah ke atas. Sedangkan di pinggiran kota biasanya banyak perumahan yang dihuni oleh masyarakat berpenghasilan menengah ke bawah. Perumahan berdasarkan petunjuk perencanaan kawasan perumahan kota¹ yaitu kelompok rumah yang berfungsi sebagai lingkungan tempat tinggal atau lingkungan hunian yang dilengkapi dengan sarana dan prasarana yang diperlukan.

Prasarana dasar yang utama bagi berfungsinya suatu lingkungan permukiman yaitu jaringan jalan untuk mobilitas manusia dan angkutan barang, serta untuk menciptakan ruang dan bangunan yang teratur, jaringan saluran pembuangan air limbah, tempat pembuangan sampah untuk kesehatan lingkungan,

¹ Departemen Pekerjaan Umum, Petunjuk Perencanaan Kawasan Perumahan Kota, Badan Penerbit Pekerjaan Umum. 1987.

jaringan saluran air hujan untuk drainase dan pencegahan banjir setempat. Sarana yang dimaksud dapat meliputi aspek ekonomi berupa bangunan perniagaan atau perbelanjaan yang tidak mencemari lingkungan, sedangkan sarana yang meliputi aspek sosial budaya berupa bangunan pelayanan umum dan pemerintahan, pendidikan, kesehatan, peribadatan, rekreasi, olah raga, pemakaman, dan pertamanan².

Kota Semarang sebagai salah satu kota yang perkembangannya sangat pesat dihadapkan pada berbagai kebutuhan dalam memenuhi kehidupan perkotaan. Semakin pesatnya pertumbuhan penduduk Kota Semarang ini menyebabkan kebutuhan akan sarana dan prasarana perkotaan bertambah pula. Salah satu sektor yang sangat penting dalam menunjang kehidupan perkotaan adalah perumahan.

Pada dasarnya pelaku utama dalam pengadaan perumahan adalah masyarakat, tetapi karena berbagai permasalahan yang dihadapi dan tidak mampu untuk memecahkannya diperlukan bantuan pemerintah maupun pihak lain seperti lembaga yang mengurus perumahan³. Sekitar 15%, pembangunan perumahan dilakukan oleh pemerintah. Secara formal dilakukan oleh Perum

² Peraturan Menteri Negara Perumahan Rakyat Republik Indonesia Nomor 34/PERMEN/M/2006.

³ Bambang Panudju, Pengadaan Perumahan Kota Dengan Peran Serta Masyarakat Berpenghasilan Rendah. Alumni. Bandung, 1999.

Perumnas dan developer swasta. Sisanya harus disediakan oleh masyarakat sendiri secara swadaya⁴.

Produk utama dari Perum Perumnas adalah penyediaan permukiman yang layak dan berkesinambungan bagi seluruh rakyat Indonesia, khususnya bagi masyarakat golongan menengah ke bawah. Pembangunan perumahan sederhana oleh Perum Perumnas di Perumnas Bukit Beringin Lestari dapat dilihat melalui ketersediaan sarana dan prasarannya melalui kondisi fisik, jenis, dan jumlah atau banyaknya. Perumahan ini menjadi salah satu alternatif pilihan oleh masyarakat yang bekerja di sekitar lokasi perumahan untuk mencari tempat tinggal.

Perumnas Bukit Beringin Lestari terletak di Kelurahan Gondoriyo, Kecamatan Ngaliyan, Kota Semarang. Pembangunannya dilakukan sejak tahun 1996 oleh Perum Perumnas bekerja sama dengan developer swasta. Semula kawasan Perumnas Bukit Beringin Lestari merupakan perkebunan jambu air. Saat ini, perkebunan jambu air tersebut sudah digantikan bedirinya kawasan perumahan dengan topografi berbukit-bukit, kemiringan curam dan terletak di tebing sungai. Kawasan perumahan yang memiliki kondisi geografis seperti itu dapat membahayakan penghuni dan lingkungan sekitarnya. Bila

⁴ Yudohusodo, Rumah Untuk Seluruh Rakyat, Penerbit Djatmika. Jakarta, 1991.

hujan lebat bencana longsor dapat menimpa kawasan ini. Kemungkinan terburuknya adalah timbulnya korban jiwa.

Pada tanggal 29 Januari 2014, bencana benar-benar terjadi. Rumah milik Joko Suyono, 35 tahun, yang terletak di Jalan Bukit Bringin Barat C 169, RT 02, RW 05, Kelurahan Gondoriyo, Kecamatan Ngaliyan, sekitar pukul 15.00, longsor. Tidak ada korban jiwa dalam peristiwa tersebut tetapi kerugian material diperkirakan mencapai Rp. 60 juta. Hujan membuat fondasi rumah yang terletak di pinggir tebing, longsor. Bagian dapur dan ruang keluarga pun tak bisa ditempati lagi. Joko dan keluarganya terpaksa mengungsi ke rumah saudaranya⁵.

Sebelumnya pada tanggal 5 Mei 2006, longsor juga pernah terjadi di dekat Perumnas, tepatnya di Perumahan Griya Beringin Asri. Bencana tersebut mengakibatkan kerusakan sarana dan prasarana jalan di RT 1 s.d RT 4 terkikis habis sepanjang 300 meter, termasuk tanah warga⁶.

Selain itu ada beberapa kejadian longsor di kawasan tersebut, namun tidak terpublikasi di media massa, contohnya ambrolnya talud ketika pengembangan perumahan di blok D, Rusaknya fondasi rumah di Blok E⁷.

⁵ Jawa Pos Radar Semarang, 31 Januari 2014.

⁶ Suara Merdeka, 20 Juni 2006.

⁷ Wawancara dengan Wage, Bagian Keamanan Perumnas Beringin, 1 Desember 2014.

Berdasarkan latar belakang di atas, peneliti tergerak mendampingi warga untuk melakukan mitigasi, yaitu serangkaian upaya untuk mengurangi risiko dan dampak yang diakibatkan oleh bencana terhadap masyarakat yang berada pada kawasan rawan bencana.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun permasalahan yang timbul dari latar belakang di atas adalah bagaimana tindakan mitigasi bencana longsor di kawasan Perumnas Bukit Beringin Lestari, Gondoriyo, Ngaliyan, Semarang.

1.3 Batasan Masalah

Untuk menghindari terlalu meluasnya masalah dan adanya bias dalam pengambilan kesimpulan dalam penelitian ini, maka permasalahan dibatasi sebagai berikut:

1. Metode yang dipilih untuk mitigasi bencana adalah dengan *Vetiver Grass Technology* yang murah, jangka panjang, serta dapat memberikan nilai tambah.
2. Lokasi permasalahan dikhususkan di RT 02, RW 05, Kelurahan Gondoriyo, Kecamatan Ngaliyan, Semarang, dimana bencana longsor terbesar pernah terjadi.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah rehabilitasi lahan kritis/daerah rawan bencana longsor di kawasan Perumnas Bukit Beringin Lestari, Gondoriyo, Ngaliyan, Semarang.

1.5 Signifikansi Penelitian

Signifikansi penelitian ini adalah :

1. Hasil dari penelitian dapat menjadi percontohan dalam melakukan mitigasi bencana longsor di Kota Semarang.
2. Penelitian ini juga bermanfaat sebagai wujud tanggung jawab sosial UIN Walisongo dalam memberikan solusi permasalahan lingkungan yang terjadi di masyarakat.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dalam penelitian ini disajikan dalam lima bagian. Bagian pertama merupakan pendahuluan yang berisi latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, signifikansi penelitian, dan sistematika penulisan. Bagian kedua adalah tinjauan pustaka yang meliputi telaah teori. Bagian ketiga merupakan metode penelitian yang berisikan metode dan tahapan dalam melakukan kegiatan pengabdian. Bagian keempat, merupakan hasil kegiatan. Bagian

kelima merupakan kesimpulan dan saran. Sebagai bab penutup, di bagian tersebut terdiri dari kesimpulan, implikasi hasil pengabdian serta keterbatasan dan saran-saran yang relevan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Vetiver Grass Technology*

Vetiver, yang di Indonesia dikenal sebagai akar wangi (*Vetiveria Zizanioides*) atau usar (*Vetiveria Nigritana*), adalah

sejenis rumput-rumputan berukuran besar yang memiliki banyak keistimewaan. Sedangkan dalam bahasa daerah dikenal dengan useur (Gayo), urek usa (Minang Kabau), hapias (Batak), narwasetu atau usar (Sunda), larasetu (Jawa), karabistu (Madura), nausina fuik (Roti), tahele (gorontalo), akadu (buol), sere ambong (Bugis), babuwamendi (Halmahera), garamakusu batawi (Ternate), baramakusu buta (Tidore).

Di Indonesia rumput ajaib ini baru dimanfaatkan sebagai penghasil minyak atsiri melalui ekstraksi akar wangi. Sentra tanaman Vetiver ada di Kabupaten Garut, Wonosobo, Pasuruan, Lumajang dan Sleman.

Vetiver telah ditanam di Indonesia selama bertahun-tahun, beberapa studi menyatakan telah lebih dari 1.000 tahun⁸, tetapi setidaknya dari 200 tahun yang lalu⁹, telah dibudidayakan terutama untuk memproduksi minyak akar wangi untuk diekspor. Rumput ditanam di lerang-lereng pegunungan vulkanik dan saat dipanen, meninggalkan sisa galian yang dalam yang menyebabkan erosi yang luas. Hal ini memberikan reputasi buruk

⁸ J. Greenfield, Vetiver Grass: An Essential Grass for the Conservation of Planet Earth. Buy Books on the Web.com, ISBN-13: 9780741410658. ISBN: 0741410656, 2002.

⁹ MR. Dafforn, Hedge Vetiver: A Genetic and Intellectual Heritage. Proceedings of the Second International Conference on Vetiver: Vetiver and the Environment. Office of the Royal Development Projects Board, Bangkok, 2002, p. 361-371.

pada Vetiver dan menciptakan kesan bahwa Vetiver menyebabkan erosi, sehingga budidaya Vetiver dilarang di beberapa daerah di Jawa¹⁰.

Vetiver Grass Technology telah diterapkan di Kalimantan dan daerah lain di Indonesia pada waktu itu tetapi tidak dipromosikan secara luas mengenai manfaatnya dalam mitigasi erosi dan tanah longsor, perlindungan lingkungan, konservasi tanah dan air.

Hal ini berubah pada tahun 2000 ketika Yayasan *Ekoturin's East Bali Poverty Project* (EBPP) yang berbasis di Bali memperkenalkan rumput *Vetiver* dan *Vetiver Grass Technology* (VGT) sebagai bagian dari program yang komprehensif untuk mengurangi kemiskinan dan mempromosikan pembangunan berkelanjutan berbudaya di sebuah desa pegunungan terpencil dan miskin di bagian timur lereng gunung Agung dan Abang. Tanah di desa tersebut tertutup abu vulkanik sedalam 30-40 meter dari letusan Gunung Agung pada tahun 1963, dengan penduduk lebih dari 3.000 keluarga di 19 desa adat seluas 7.200 hektar lahan pertanian yang curam dan gersang, tidak memiliki jalan, sungai, pasokan air, toilet, fasilitas kesehatan atau listrik. Rumput *Vetiver* membuktikan cara yang paling efektif untuk mencegah erosi lebih

¹⁰ National Academy Press, Washington, USA, *Vetiver Grass: A thin green line against erosion*, 1993.

lanjut pada jalan dengan lereng curam dan berpasir serta berperan penting bagi pembuatan kebun pertanian sayuran organik di lahan curam dan tandus yang sebelumnya hanya bisa ditanami singkong dan jagung. Vetiver juga menjadi alat penyadaran kuat dalam program pendidikan terpadu untuk anak, baik dalam mengembangkan kebun sayuran organik di sekolah maupun pelajaran kerajinan kreatif dari akar dan daun rumput yang sudah kering¹¹.

Pada tahun 2003, David Booth, pendiri EBPP, ditunjuk sebagai koordinator *Indonesia Vetiver Network* (IDVN) oleh *The Vetiver Network International* (TVNI). Penyebarluasan teknologi informasi *Vetiver Grass Technology* oleh IDVN dari bukti uji coba lapangan, suksesnya berbagai proyek VGT dalam membantu sebagian besar aspek masyarakat sipil dan industri, pers, internet dan berita dari mulut ke mulut dari pelanggan yang puas mengakibatkan penerimaan yang cepat akan *Vetiver Grass Technology* di seluruh Indonesia .

Vetiver Grass Technology, yang berdasarkan penerapan rumput Vetiver (*Vetiveria zizanioides* L Nash, sekarang diklasifikasikan kembali sebagai *Chrysopogon zizanioides* L

¹¹ DJ. Booth, Adinata A & Younger JS, Vetiver's Role in Poverty Alleviation Propels its Dissemination in Indonesia, Proceedings of The Fourth International Conference on Vetiver, Caracas, Venezuela, 2006.

Roberty), pertama kali dikembangkan oleh Bank Dunia untuk konservasi tanah dan air di India pada pertengahan tahun 1980. Meskipun penerapannya masih memegang peranan penting dalam pengaturan tanah pertanian, penelitian dan pengembangan (R&D) yang dilaksanakan 20 tahun terakhir jelas-jelas menunjukkan, karena adanya ciri-ciri yang mengagumkan dari rumput Vetiver, *Vetiver Grass Technology* sekarang digunakan sebagai teknik bioteknologi untuk stabilisasi lereng curam, pembuangan limbah cair, fitoremediasi dari tanah dan air yang terkontaminasi, dan tujuan perlindungan lingkungan yang lain.

Vetiver Grass Technology adalah cara konservasi tanah dan air, kendali sedimen, stabilisasi tanah dan rehabilitasi serta fitoremediasi yang sangat sederhana, praktis, mudah pelaksanaannya, dan sangat efektif. Karena vegetatif, *Vetiver Grass Technology* tentu saja ramah lingkungan.

Ketika ditanam pada satu deretan, tumbuhan Vetiver akan membentuk tanaman pagar yang sangat efektif untuk memperlambat dan menyebarkan limpasan air, mengurangi erosi tanah, mempertahankan kelembaban tanah dan memerangkap sedimen serta zat-zat kimia pertanian. Meskipun tanaman pagar manapun bisa melakukannya, rumput Vetiver, karena keajaibannya dan ciri morfologis dan fisiologis uniknya, bisa

melakukannya dengan lebih baik dibanding sistem lain yang telah diuji coba.

Selebihnya, akar Vetiver yang sangat dalam dan masif mengikat tanah dan pada saat yang sama membuatnya sangat sulit untuk dihanyutkan oleh arus yang sangat deras. Akarnya yang dalam sekali dan cepat tumbuh juga membuat Vetiver sangat toleran terhadap kekeringan dan sangat cocok untuk stabilisasi lereng curam.

2.2 Karakteristik Khusus Rumput Vetiver

Adapun karakteristik khusus rumput Vetiver, yaitu¹²:

2.2.1 Karakteristik Morfologis

Rumput Vetiver tidak memiliki geragih ataupun rimpang. Akarnya yang terstruktur baik dan masif dapat tumbuh dengan sangat cepat. Panjangnya dapat mencapai 3-4 m di tahun pertama. Akar yang dalam ini membuat Vetiver sangat bagus ketika musim kering dan sulit untuk terseret arus yang kuat.

Batangnya yang kaku dan tegak mampu tetap berdiri meskipun di arus yang dalam. Tahan terhadap hama, penyakit, dan api. Ketika ditanam rapat, tanaman pagarnya yang lebat berguna sebagai penyaring sedimen yang efektif dan penyebar air.

¹² Paul Trong, Buku Panduan Teknis Penerapan Sistem Vetiver, The Indonesian Vetiver, Network, 2011, h.10.

Tunas baru yang berkembang dari mahkota dalam tanahnya membuat Vetiver tahan terhadap api, salju, lalu lintas, dan tekanan yang berat.

Akar-akar baru tumbuh dari tunas bakal anakan ketika terkubur oleh sedimen yang terperangkap. Vetiver akan tetap tumbuh dengan lanau (endapan di dasar sungai) yang terkumpul dan akhirnya membentuk teras, jika sedimen yang terperangkap tidak dipindahkan.



Gambar 2.1: Batang yang tegak dan kaku akan membentuk tanaman pagar yang rapat ketika ditanam berdekatan

2.2.2 Karakteristik Fisiologis

Toleran terhadap perbedaan iklim seperti kekeringan berkepanjangan, banjir, perendaman dan cuaca ekstrim dari -14°C sampai $+55^{\circ}\text{C}$. Mampu tumbuh kembali dengan cepat setelah terkena dampak kekeringan, cuaca beku, keadaan yang salin dan kondisi yang merugikan setelah cuaca membaik atau setelah amelioran tanah ditambahkan.

Toleran terhadap beragam PH tanah dari 3,3 sampai 12,5 tanpa pembersihan tanah. Toleran terhadap herbisida dan pestisida tinggi. Sangat efisien dalam menyerap nutrisi tanah yang larut seperti N dan P dan logam berat dalam air yang terpolusi. Sangat toleran terhadap keasaman, alkalinitas, salinitas, sulfatitas dan magnesium dalam tingkat menengah tinggi. Sangat toleran terhadap Al, Mn dan logam berat seperti As, Cd, Cr, Ni, Pb, Hg, Se dan Zn di dalam tanah.

2.2.3 Karakteristik Ekologis

Meskipun Vetiver sangat toleran terhadap beberapa keadaan ekstrim tanah dan iklim seperti disebutkan di atas, seperti umumnya rumput, Vetiver tidak toleran terhadap tempat teduh. Keteduhan akan mengurangi pertumbuhannya dan dalam kasus ekstrim bisa jadi membunuh Vetiver. Karenanya Vetiver sebaiknya ditanam di lingkungan yang terbuka dan bebas dari rumput liar. Pengendalian terhadap rumput liar bisa jadi diperlukan selama masa awal pertumbuhan. Pada tanah yang mudah terkikis dan tidak stabil, Vetiver akan mengurangi erosi lebih dulu, menstabilkan tanah yang terkikis (khususnya lereng yang curam), kemudian dikarenakan kelembaban dan nutrisi yang tersimpan, meningkatkan mikrolingkungannya sehingga tanaman lain atau dari benih yang ditaburkan lainnya bisa ditanam

setelahnya. Dikarenakan karakteristik tersebut Vetiver bisa disebut sebagai tanaman perawat pada tanah yang sakit.



Gambar 2.2: Rumput Vetiver mampu selamat dari kebakaran hutan; kanan: dua bulan sesudah kebakaran



Gambar 2.3: Pada gundukan pasir di pesisir di Quang Binh (kiri) dan tanah salin di Propinsi Gò Công (kanan)



Gambar 2.4: Pada tanah yang memiliki asam sulfat ekstrim di Tân An (kiri) dan tanah alkalin serta sodik di Ninh Thuận (kanan)

2.2.4 Toleransi Rumput Vetiver Terhadap Cuaca Dingin

Meskipun Vetiver adalah rumput tropis, Vetiver mampu bertahan dan tumbuh subur di cuaca dingin. Pada cuaca yang sangat dingin pucuknya mati atau menjadi dorman dan berwarna ungu, tetapi bagian-bagian pertumbuhannya dibawah tanah tetap bertahan. Di Australia, pertumbuhan Vetiver tidak terpengaruh oleh cuaca dingin sampai suhu -14°C dan bertahan sesaat pada suhu -22°C (-8°F) di Cina utara. Di Georgia (Amerika Serikat),

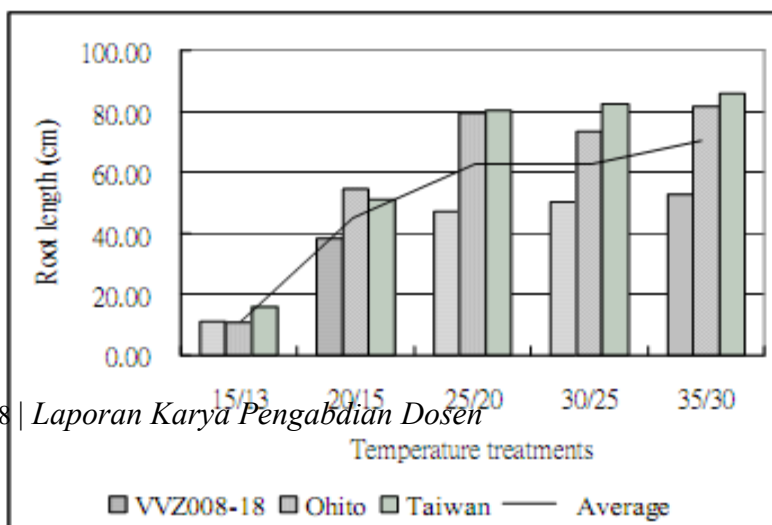
Vetiver bertahan pada suhu tanah 10°C tapi tidak pada -15°C. Penelitian terakhir menunjukkan bahwa suhu 25°C adalah yang paling optimal untuk perumbuhan akar, tetapi akar Vetiver akan terus tumbuh pada suhu 13°C. Meskipun tunas yang tumbuh sangat sedikit pada temperatur tanah berkisar 15°C (siang hari) dan 13°C, akar tetap tumbuh 12,6 cm/hari, menunjukkan bahwa rumput Vetiver tidak dorman pada temperatur tersebut dan pertumbuhan menunjukkan bahwa akar yang dorman terjadi pada suhu sekitar 5°C.

2.2.5 Ringkasan Lingkup Kemampuan Beradaptasi

Ringkasan kemampuan beradaptasi Vetiver ditunjukkan pada Tabel 2.1

Tabel 2.1		
Kemampuan Beradaptasi Rumput Vetiver di Australia dan Negara-negara Lain		
Giri keadaan	Australia	Negara-negara lain
Keragaman tanah		
Keasaman (pH)	3.3-9.5	4.2-12.5 (Level tinggi Al larut)
Salinitas (50% saturasi)	17.5 mScm ⁻¹	
Salinitas (bertahan)	47.5 mScm ⁻¹	
Tingkat Aluminium (Al Sat. %)	Antara 68% - 87%	
Tingkat Mangan	> 576 mgkg ⁻¹	
Sodisitas	48% (pertukaran Na)	
Manajemen	2400 mgkg ⁻¹ (Mg)	
Pupuk		
ket. Tabel 2.1	N dan P (300 kg/ha DAP)	N dan P, pupuk kandang
yang sangat tandus karena keterkaitannya yang kuat dengan mikoriza		
Logam Berat		
Arsenik (As)	100 - 250 mgkg ⁻¹	
Kadmium (Cd)	20 mgkg ⁻¹	
Kemampuan Beradaptasi Rumput Vetiver di Australia dan Negara-negara Lain		
Kromium (Cr)	200 - 600 mgkg ⁻¹	
Nikel (Ni)	50 - 100 mgkg ⁻¹	
Merkuri (Hg)	> 6 mgkg ⁻¹	
Timbel (Pb)	> 1500 mgkg ⁻¹	
Selen (Se)	> 74 mgkg ⁻¹	
Zink (Zn)	>750 mgkg ⁻¹	
Lokasi	15°S to 37°S	41°N - 38°S
Iklim		
Curah Hujan (mm)	450 - 4000	250 - 5000
Sangat Dingin (suhu tanah)	-11°C	-22°C
Gelombang Panas	45°C	55°C
Kekeringan (tanpa hujan efektif)	15 bulan	
Palatabilitas	Sapi, anjing, tamak, kuda, kelinci, domba, kanguru.	Penggunaan Domba, babi, ikan karper
Nilai Nutrisi	N = 1.1 % P = 0.17% K = 2.2%	Protein kasar 3.3% Lemak kasar 0.4% Serat kasar 7.1%

Grafik 2.1
Pengaruh Suhu Tanah terhadap Pertumbuhan Rumput Vetiver



2.2.6 Karakteristik Genetik

Terdapat tiga jenis Vetiver yang digunakan untuk tujuan perlindungan lingkungan.

2.2.6.1 *Vetiveria Zizanioides* L Diklasifikasikan Kembali

Sebagai *Chrysopogon Zizanioides* L

Ada dua spesies Vetiver yang berasal dari anak benua India: *Chrysopogon Zizanioides* dan *Chrysopogon Lawsonii*. *Chrysopogon Zizanioides* memiliki perolehan yang berbeda-beda. Secara umum yang berasal dari India selatan telah dikembangkan dan memiliki sistem akar yang besar dan kuat. Aksesori ini cenderung poliploidi dan menunjukkan tingkat sterilitas yang tinggi dan tidak dianggap tanaman pengganggu. Aksesori India utara, umum di sungai Gangga dan Indus, adalah tanaman liar dan memiliki sistem akar yang lebih rendah. Aksesori tersebut diploid dan dikenal berumput, walaupun tidak selalu mengganggu tanaman lain. Aksesori India utara tersebut tidak direkomendasikan untuk Sistem Vetiver. Harus diingat juga bahwa sebagian besar dari penelitian terhadap penerapan Vetiver

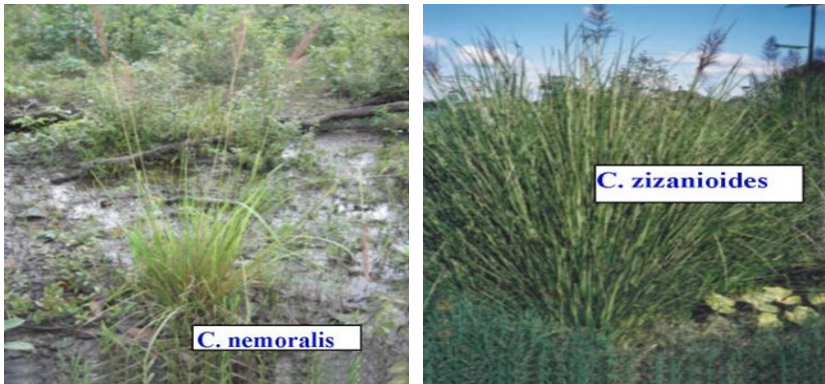
dan pengalaman di lapangan telah melibatkan kultivar India selatan yang terikat dekat dengan Monto dan Sunshine. Penelitian DNA mengkonfirmasi bahwa 60% dari *Chrysopogon Zizanioides* yang digunakan untuk bio-teknologi dan fitoremediasi di negara tropis dan sub-tropis adalah genotip Monto/Sunshine.

2.2.6.2 *Chrysopogon Nemoralis*

Spesies asli Vetiver ini tersebar luas di tanah tinggi Thailand, Laos dan Vietnam dan juga sangat umum di Kamboja dan Myanmar. Vetiver ini banyak digunakan di Thailand untuk bahan atap. Spesies ini tidak steril. Perbedaan utama antara *C. Nemoralis* dan *C. Zizanioides* adalah bahwa *C. Zizanioides* jauh lebih tinggi dan memiliki batang yang lebih tebal dan kaku. *C. Zizanioides* memiliki sistem akar yang lebih tebal dan dalam, daunnya lebih lebar serta memiliki warna hijau muda sepanjang pertengahan rusuk, sebagaimana terlihat di foto dibawah



Gambar 2.5: Daun Vetiver, kiri: *C. Zizanioides*, kanan: *C. Nemoralis*



Gambar 2.6: Pucuk Vetiver, kiri: *C. Nemoralis*, kanan: *C. Zizanioides*



Gambar 2.7: Perbedaan antara akar *C. Zizanioides* dan *C. Nemoralis*

Meskipun *C. Nemoralis* tidak seefektif *C. Zizanioides*, petani juga telah mengenali kegunaan dari *C. Nemoralis* untuk konservasi tanah. Mereka telah menggunakannya di Central Highland dan beberapa propinsi pesisir di Vietnam Tengah seperti Quang Ngai untuk menstabilkan pematang di sawah.



Gambar 2.8: Akar Vetiver di dalam tanah (kiri dan tengah) dan di dalam air (kanan)



Gambar 2.9: Akar *C. Nemoralis* di Quang Ngai (kiri) dan di Central Highlands (kanan)

2.2.6.3 *Chrysopogon Nigritana*

Spesies ini adalah asli Afrika Selatan dan Barat, penanamannya khususnya terbatas di anak benua tersebut, dan karena Vetiver ini menghasilkan benih yang banyak, penanamannya seharusnya terbatas di daerah aslinya saja



Gambar 2.10: *Chrysopogon Nigritana* di Mali, West Africa

2.3 Potensi Adanya Rumput Liar

Kultivar rumput Vetiver diambil dari aksesori India Selatan yang tidak agresif, yang tidak menghasilkan geragih maupun rimpang dan harus ditanam dengan subdivisi akar (mahkota). Diharuskan bahwa tanaman yang digunakan untuk tujuan bioteknologi tidak akan menjadi rumput liar di lingkungan lokalnya. Karena itu kultivar yang steril (seperti Monto, Sunshine, Karnataka, Fiji dan Madupatty) dari aksesori India selatan cocok

untuk aplikasi ini. Di Fiji, dimana rumput Vetiver diperkenalkan sebagai bahan atap lebih dari 100 tahun lalu, Vetiver telah digunakan secara meluas untuk konservasi tanah dan air untuk industri gula selama lebih dari 50 tahun tanpa menunjukkan adanya tanda sebagai pengganggu tanaman lain. Rumput Vetiver bisa dihancurkan dengan mudah dengan menyemprotkan glyphosate (*Roundup*) atau dengan memotong tumbuhan di bawah mahkotanya.

2.4 Kebun Bibit Vetiver

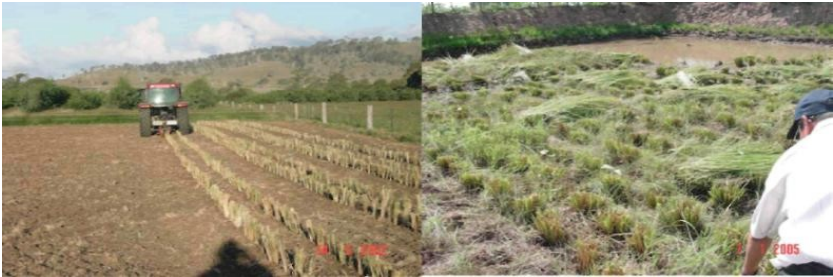
Kebun bibit menyediakan material untuk pembiakan vegetatif dan kultur jaringan. Di bawah ini adalah prasyarat yang bagus untuk memfasilitasi kebun bibit dengan pananaman yang produktif dan mudah diatur.

- Jenis tanah: Tanah lempung dan berpasir akan membuat panen mudah dan mengecilkan risiko kerusakan pada mahkota dan akar tumbuhan. Tanah lempung berpasir bisa dipakai tetapi lempung berat tidak bagus.
- Topografi: Tanah yang sedikit miring akan menghindarkan air mengumpul kalau-kalau terjadi terlalu banyak penyiraman. Tanah datar bisa digunakan, tetapi pengairan harus diperhatikan untuk menghindari pengendapan air, yang akan menghambat pertumbuhan

tanaman yang masih kecil. Vetiver dewasa, sebaliknya, tumbuh subur jika banyak air mengendap.

- Peneduhan: Tempat terbuka direkomendasikan karena keteduhan mempengaruhi pertumbuhan Vetiver. Penanaman di tempat setengah teduh bisa dilakukan. Vetiver adalah tumbuhan yang suka banyak sinar matahari.
- *Lay out* penanaman: Vetiver harus ditanam di jajaran yang panjang dan rapi melintang lereng agar mudah dipanen.
- Cara pemanenan: Menanam tumbuhan dewasa bisa dilakukan secara mekanik atau manual. Mesin bisa mencabut akar dewasa sedalam 20-25 cm (8-10') dibawah tanah. Untuk menghindari kerusakan mahkota tanaman, gunakan bajak *mouldboard* dengan satu bilah atau bajak piringan (*disc plow*) yang telah disesuaikan.
- Pengairan: *overhead irrigation* (penyiraman dari atas) mendistribusikan air dengan rata pada beberapa bulan di awal penanaman. Tanaman yang lebih dewasa memerlukan irigasi genangan.
- Pelatihan staf: Staf yang terlatih dengan baik sangat penting agar kebun bibit bisa sukses.

- Penanam Mekanis: penanam bibit yang dimodifikasi atau penanam mekanis dapat menanam slip Vetiver dalam jumlah besar di kebun bibit.
- Ketersediaan mesin: Mesin sederhana untuk pertanian diperlukan untuk menyiapkan bedeng persemaian, kendali gulma, memotong rumput, dan memanen Vetiver.



Gambar 2.11: Kiri: Mesin penanaman; kanan: penanaman manual

2.5 Cara Pembiakan

Empat cara umum pembiakan adalah¹³:

- Pemisahan anakan/tunas dewasa dari rumpun Vetiver atau tanaman induk, yang menghasilkan slip cabutan untuk segera ditanam atau dibiakkan di polibag.
- Menggunakan beberapa bagian dari tanaman induk Vetiver. Pembiakan kuncup atau vitro-mikro untuk

¹³ *Ibid*, h.21.

pembiakan skala besar. Pembiakan jaringan, menggunakan bagian kecil dari tanaman untuk pembiakan skala besar.

2.5.1 Memisahkan Tanaman Dewasa Untuk Menghasilkan Slip Anakan

Memisahkan tunas dari tanaman memerlukan kehati-hatian, sehingga masing masing slip setidaknya harus berisi dua atau tiga tunas (pucuk) dan satu bagian dari mahkota. Sesudah pemisahan, slip harus dipotong panjangnya menjadi 20 cm (8"). Hasil dari slip anakan bisa dicelupkan dalam berbagai perlakuan, termasuk hormon, bubur kotoran hewan (sapi atau kuda), lumpur tanah liat, atau kolam air yang dangkal, sampai akar baru muncul. Agar tumbuh lebih cepat, slip harus disimpan di tempat basah dan memiliki sinar matahari yang cukup sampai waktu tanam.



Gambar 2.12: Bagaimana cara memisah slip Vetiver

2.5.2 Pembiakan Vetiver Dari Bagian Tanaman

Ada tiga bagian dari Vetiver yang digunakan untuk pembiakan

- Pucuk atau tunas
- Mahkota (umbi/corm), bagian keras antara pucuk dan akar.
- Tangkai



Gambar 2.13: Slip cabutan siap ditanam (kiri); dicelupkan di lumpur tanah liat atau bubur kotoran hewan (bubur kotoran sapi) (kanan)

Batang adalah tangkai atau gagang/badan rumput. Batang Vetiver padat, tegak, dan keras, memiliki tunas bakal anakan yang kuat dengan tunas samping yang mampu membentuk akar atau pucuk ketika lembab. Merebah ataupun berdiri, memotong tangkai pada suhu lembab atau pada pasir lembab akan menyebabkan akar atau tunas tumbuh cepat pada setiap pangkal tunas. Le Van Du, Agro-Forestry University, Ho Chi Minh City, mengembangkan empat cara dibawah ini untuk pembiakan Vetiver dengan pemotongan.

- Siapkan potongan Vetiver
- Semprot potongan dengan air berisi 10% larutan *hyacinth*.
- Gunakan plastik untuk menutupi keseluruhan potongan dan biarkan selama 24 jam.
- Celupkan dalam-dalam pada lumpur tanah liat atau bubur kotoran hewan dan tanam di bedeng yang bagus.

Kelebihan dari metode ini adalah efisien, ekonomis, dan merupakan cara yang cepat untuk menyiapkan penanaman. Volume yang kecil menyebabkan biaya transportasi yang sedikit. Mudah ditanam dengan tangan. Penanaman besar-besaran bisa dilakukan dengan cara mekanis di area yang luas.

Adapun kelemahannya, rentan terhadap suhu ekstrim dan kering. Waktu penyimpanan di ladang terbatas. Penanaman perlu dilakukan di tanah yang lembab. Memerlukan penyiraman yang sering beberapa minggu pertama. Direkomendasikan untuk kebun bibit yang bagus dan memiliki akses penyiraman mudah.

2.5.3 Pembiakan Tunas Atau Pembiakan Mikro

Dr. Le Van Be of Can Tho University, Can Tho City, Vietnam telah mengembangkan cara yang praktis dan sederhana

untuk menggandakan tunas (Lê Van Bé et al, 2006). Ada empat tahap pembiakan mikro yang harus dilakukan pada medium cair:

- Merangsang perkembangan tunas samping
- Menggandakan tunas baru
- Menumbuhkan akar pada tunas baru
- Merangsang pertumbuhan di rumah teduh atau rumah kaca.

2.5.4 Kultur Jaringan

Kultur jaringan adalah cara lain pembiakkan, dengan menggunakan jaringan khusus (ujung akar, bunga muda, jaringan tunas anakan) dari Vetiver. Cara ini biasa digunakan oleh industri hortikultural internasional. Meskipun prosedur didalam laboratoriumnya berbeda-beda, kultur jaringan melibatkan bagian yang sangat kecil dari jaringan, menumbuhkannya di medium khusus yang steril dari hama, dan menanam hasil anaknya di dalam media yang sesuai sampai mereka tumbuh menjadi tanaman kecil.

2.6 Menyiapkan Material Penanaman

Untuk meningkatkan kemampuan tumbuh dalam kondisi yang tidak ramah, ketika anakan yang dihasilkan dari metode di

atas sudah cukup dewasa atau ketika slip cabutan siap, tumbuhan siap untuk ditanam dengan polibag atau bibit tanaman dalam plastik dan lajur tanam, anakan dan slip cabutan ditanam di pot kecil atau plastik kecil berisi setengah tanah dan setengah campuran yang diletakkan di wadah selama tiga sampai enam minggu, tergantung suhunya. Ketika setidaknya tiga tunas (pucuk) muncul, anakan siap untuk ditanam.

Lajur tanam adalah modifikasi dari polibag. Tidak menggunakan plastik satuan, slip cabutan atau batang slip ditanam rapat pada baris yang digarisi yang akan membantu proses transportasi dan penanaman. Cara ini menghemat tenaga kerja ketika menanam di medan yang sulit, seperti lereng curam. Cara ini juga bagus untuk ketahanan hidup Vetiver karena akarnya tidak terpisah-pisah.

Kelebihan polibag dan lajur tanam adalah kuat dan tidak terpengaruh pada suhu tinggi dan kelembapan yang rendah. Diperlukan lebih sedikit penyiraman sesudah penanaman. Bertumbuh cepat sesudah penanaman. Bisa bertahan lebih lama di kebun bibit sebelum penanaman. Direkomendasikan untuk kondisi tidak ramah.

Kekurangannya lebih mahal. Memerlukan persiapan lama, empat sampai lima minggu lebih lama. Transportasi dalam jumlah

banyak dan berat jadi lebih mahal. Biaya sesudah pengangkutan jadi lebih mahal, jika tidak ditanam dalam jangka satu minggu.

2.7 Jenis Bencana Alam Yang Bisa Dikurangi Dengan *Vetiver Grass Technology* (VGT)

Selain erosi tanah, *Vetiver Grass Technology* (VGT) bisa mengurangi atau bahkan menghilangkan berbagai bencana alam, termasuk tanah longsor, lumpur longsor, ketidakstabilan tembok penahan jalan dan erosi (tepi sungai, kanal, garis pantai, pematang, dan tembok penahan dam buatan)¹⁴.

Ketika hujan deras membasahi batuan dan tanah, tanah longsor dan banjir serpihan mengalir ke banyak aliran sungai di Vietnam. Contohnya adalah bencana tanah longsor, banjir serpihan dan banjir bandang di wilayah Muong Lay, propinsi Dien Bien (1996), dan tanah longsor di Hai Van Pass (1999) yang mengganggu lalu lintas dari utara ke selatan selama lebih dari dua minggu dan memakan biaya lebih dari 1 juta dollar Amerika. Tanah longsor terbesar di Vietnam, yang lebih dari satu juta meter kubik (diantaranya Thiet Dinh Lake, Hoai Nhon district, propinsi Binh Dinh, di An Nghiêp dan daerah terpencil An Linh, wilayah

¹⁴ Tran Tan Van, Buku Panduan Teknis Penerapan Sistem Vetiver, The Indonesian Vetiver Network, 2011, h.32.

Tuy An, dan propinsi Phu Yen), memakan korban jiwa dan kerusakan harta benda.

Erosi tepian sungai dan pantai, dan longsor pada pematang terjadi terus menerus di seluruh Vietnam. Contoh yang umum termasuk: erosi tepian sungai di Phu Tho, Hanoi, dan beberapa propinsi Vietnam tengah (termasuk Thua Thien Hue, Quang Nam, Quang Ngai and Binh Dinh); erosi tepi pantai di wilayah Hai Hau, propinsi NamDinh dan erosi tepi sungai dan pantai di Mekong Delta. Meskipun kejadian ini dan bencana banjir/badai terjadi di musim hujan, terkadang erosi tepian sungai terjadi di musim kering, ketika debit air turun ke titik terendah. Ini terjadi di desa Hau Vien village, wilayah Cam Lo, di propinsi Quang Tri.

Tanah longsor lebih umum terjadi di area dimana kegiatan manusia berperan penting. Hampir 20 persen atau 200 km (124 mil) dari 1000 km (621 mil) bagian Ha Tinh - Kon Tum di jalan raya Ho Chi Minh rentan terhadap tanah longsor atau ketidakstabilan lereng, terutama dikarenakan buruknya jalan dan longsor serta kegagalan dalam memahami keadaan geologis yang tidak bersahabat. Tanah longsor terbaru di kota Yen Bai, Lao Cai, dan Bac Kan disebabkan keputusan walikota untuk melebarkan area perumahan dengan membolehkan pemotongan pohon di lereng-lereng curam.

Gempa bumi besar juga menyebabkan tanah longsor di Vietnam, termasuk longsor tahun 1983 di wilayah Tuan Giao, dan tahun 2001 di sepanjang rute dari kota Dien Bien sampai wilayah Lai Chau.

Dari sisi ekonomis, biaya untuk memulihkan masalah ini tinggi dan anggaran negara untuk hal-hal seperti ini tidak pernah cukup. Misalnya, penguatan tepian sungai biasanya memakan 200,000-300,000 USD/km, terkadang sampai 700,000-1 juta USD/km. Tepian The Tan Cau di Mekong Delta adalah contoh ekstrim yang menelan hampir 7 juta USD/km. Perlindungan tepian sungai di propinsi Quang Binh sendiri diperkirakan memakan biaya lebih dari 20 juta USD; Anggaran tahunan hanya 300,000 USD.

Pembangunan tanggul laut biasanya memakan biaya 700,000-1 juta USD/km, tetapi bagian yang lebih mahal bisa memakan biaya 2.5 juta USD/km. Sesudah badai level 7 pada September 2005 banyak merusak bagian tanggul yang telah diperbaiki, beberapa manajer tanggul berkesimpulan bahwa bahkan bagian yang dirancang untuk mampu mengatasi badai level 9 masih terlalu lemah, dan mereka benar-benar sedang memikirkan untuk membuat tanggul laut yang mampu menahan

badai sampai level 12 yang akan memakan biaya 7-10 juta USD/km.

Pembatasan anggaran selalu ada, yang secara kaku membatasi tindakan perlindungan struktural ke bagian-bagian yang paling akut, tidak pernah benar benar melindungi keseluruhan tepian sungai atau pesisir. Pembatasan ini memperburuk permasalahan.

Setiap kejadian tersebut mewakili jenis tanah longsor atau longsor massal, menunjukkan pergerakan turun dari serpihan batuan dan tanah di lereng yang disebabkan tekanan gravitasi. Pergerakan ini bisa jadi sangat lamban, hampir tidak kelihatan, atau sangat cepat dan tampak dalam hitungan menit. Karena banyak faktor yang menyebabkan bencana alam, kita harus memahami penyebabnya dan prinsip dasar stabilisasi lereng. Informasi ini akan dengan efektif menerapkan metode bioteknologi VGT untuk mengurangi dampak bencana.

2.8 Prinsip Dasar Stabilitas Dan Stabilisasi Lereng

Beberapa lereng memiliki lengkungan berundak dan lainnya terkadang sangat curam. Profil dari lereng yang terkena erosi alami sangat tergantung pada jenis batuan/tanahnya, sudut kemiringan tanah, dan iklim. Untuk batuan/tanah yang tahan longsor, khususnya di area kering, pelapukan kimia lebih lambat

dibanding pelapukan fisiknya. Puncak lereng sedikit cembung mendekati bersudut, wajah tebing hampir vertikal, dan serpihan lereng berada pada sudut kemiringan $30-35^\circ$, yang merupakan sudut maksimum dimana material dapat lepas.

Batuan/tanah yang tidak tahan, khususnya di wilayah lembab, melapuk dengan cepat dan dengan mudah terkikis. Lereng yang demikian memiliki tutup tanah yang tebal. Puncaknya cembung, dan dasarnya cekung.

Lereng alami dataran tinggi, lereng potongan, lereng penahan jalan, stabilitasnya tergantung dua gaya yang saling mempengaruhi, gaya penggerak dan gaya penghambat. Gaya penggerak mendorong pergerakan menurun, sementara gaya penghambat menghambat pergerakan. Ketika gaya penggerak lebih kuat daripada gaya penghambat, lereng menjadi tidak stabil.

Beberapa teknisi Hidrolik beranggapan bahwa erosi tepian dan bangunan penahan air yang tidak stabil harus diatasi dengan cara yang berbeda dari jenis tanah longsor yang lain karena bebannya yang berbeda. Sebaliknya, keduanya berkaitan dengan interaksi antara gaya penggerak dan gaya penghambat. Longsor terjadi ketika gaya penggerak lebih besar dari pada gaya penghambat.

Meskipun begitu, erosi tepian dan ketidakstabilan dari struktur bangunan penahan air sedikit lebih rumit. Mereka terjadi karena adanya interaksi antara gaya hidrolis yang bergerak di dasar dan kaki tepian dan gaya gravitasi yang mempengaruhi materi tepian di tempat asal. Longsor terjadi ketika erosi di kaki tepian dan dasar kanal yang terhubung dengan tepian meningkatkan berat dan sudut tepian sampai titik dimana gaya gravitasi lebih besar daripada kekuatan geser materi tepian. Sesudah longsor, materi tepian masuk ke air dan menumpuk di dasar, menyebar mengikuti arus, atau terkumpul di sepanjang kaki tepian baik sebagai blok yang padat, atau yang lebih kecil, agregat yang tersebar.

Proses kendali fluvial dari mundurnya tepian terdiri dari dua proses. Erosi geser fluvial dari materi tepian menyebabkan tepian semakin mundur. Selain itu, naiknya tinggi tepian yang disebabkan oleh degradasi dasar tepian atau semakin curamnya tepian yang disebabkan oleh erosi dasar tepian bisa jadi salah satu atau faktor tambahan yang mengurangi stabilitas tepian, terkait dengan longsor. Tergantung dari kendala sifat materi dan geometrinya, tepian bisa longsor disebabkan satu dari beberapa mekanisme termasuk jenis longsor bidang, rotasi, dan kegagalan tipe penopang.

Termasuk didalam mekanisme kendali non fluvial untuk kemunduran tepian adalah efek dari sapuan ombak, trampling (pemadatan dikarenakan penggembalaan dsb.), dan piping (pemasangan pipa), dan jenis longsor dikarenakan sapping (penggalan), terkait dengan tepian bertingkat dan kondisi air tanah yang beragam.

Meskipun gravitasi adalah gaya penggerak utama, gravitasi tidak bisa bekerja sendiri. Sudut lereng, sudut sandar dari tanah tertentu, iklim, materi lereng, dan khususnya air, berperan besar:

- Longsor lebih sering terjadi pada lereng curam dari pada yang landai.
- Air memiliki peran penting dalam melongsorkan tanah khususnya pada kaki tepian:
 - Dalam bentuk sungai dan gelombang, air mengikis dasar tepian, memindahkan penyokong, yang meningkatkan daya gerak.
 - Air juga meningkatkan daya penggerak dengan pengisian, yaitu, mengisi celah dan pori yang semula kosong, yang menambah gaya total gravitasi.

- Keberadaan air menyebabkan tekanan pori air yang mengurangi kekuatan geser materi lereng. Yang terpenting, perubahan cepat (peningkatan dan pengurangan dramatis) di dalam tekanan pori air bisa berperan besar dalam melongsorkan lereng.
- Interaksi air dengan permukaan batuan dan tanah (pelapukan kimia) pelan-pelan melemahkan materi lereng, dan mengurangi kekuatan gesernya. Interaksi ini mengurangi gaya penahan.

Gaya penahan yang utama adalah kekuatan materi geser, fungsi kohesi (kemampuan partikel untuk tarik menarik) dan friksi internal (friksi antara butiran-butiran di dalam materi) yang melawan gaya penggerak.

Rasio antara gaya penahan dan gaya penggerak adalah faktor aman atau *safety factor* (SF). Jika $SF > 1$ maka lereng stabil. Jika tidak, maka lereng tidak stabil. Biasanya SF dari 1,2-1,3 secara marginal bisa diterima. Tergantung seberapa penting lereng dan kemungkinan kerugian terkait dengan longsor, seharusnya SF-nya selalu diusahakan lebih tinggi.

Singkatnya, stabilitas lereng adalah fungsi dari jenis batuan/tanah dan kekuatannya, geometri lereng (tinggi dan sudut), iklim,

vegetasi dan waktu. Masing-masing faktor kemungkinan memainkan peranan dalam mengendalikan gaya penggerak dan gaya penahan¹⁵.

2.9 Jenis Longsor Pada Lereng

Tergantung jenis gerakan dan sifat alami materi yang terlibat, maka akan menyebabkan perbedaan jenis longsor¹⁶.

Tabel 2.2
Jenis longsor pada lereng

<i>Jenis gerakan</i>		<i>Materi</i>	
		<i>Batuan</i>	<i>Tanah</i>
<i>Runtuhan</i>		- batu jatuh	- tanah jatuh
<i>Pergeseran/longsor</i>	Berputar Lurus (Translational)	- blok batuan yang berjatuhan - longsor batuan	- blok tanah yang berjatuhan - longsor serpihan
<i>Arus/aliran</i>	Pelan Cepat	- batuan merayap	- rayapan tanah - materi jenuh dan tidak jenuh - tanah mengalir - lumpur (sampai 30% air) - arus serpihan - longsor serpihan
<i>Kompleks</i>	Kombinasi dari dua atau lebih gerakan		

Pada batuan, biasanya runturan dan geseran translasional (terkait dengan satu atau lebih bidang yang lemah) akan terjadi. Karena tanah lebih homogen dan kekurangan bidang lemah yang tampak, pergeseran rasional atau aliran akan terjadi. Secara umum, longsor massal melibatkan lebih dari satu jenis gerakan,

¹⁵ *Ibid*, h.35.

¹⁶ *Ibid*, h.36.

misalnya, reruntuhan bagian atas dan arus bagian bawah, atau pergeseran tanah atas dan longsor batuan bawah.

2.10 Mitigasi Longsor

Tanah longsor adalah fenomena alam yang dikenal sebagai erosi geologis. Tanah longsor atau kegagalan lereng terjadi baik ada orang disana atau tidak. Meskipun demikian, penggunaan lahan oleh manusia memainkan peranan utama dalam proses longornya lereng. Kombinasi antara kekuatan alam yang tak bisa dikendalikan (gempa bumi, hujan deras dsb.) dan pengubahan lahan oleh manusia (penggalan lereng, penggundulan hutan, urbanisasi dsb.) dapat menciptakan bencana longsor.

Mengurangi dampak longsor memerlukan tiga tahapan: identifikasi area yang potensial terkena longsor pencegahan longsor dan tindakan yang benar sesudah longsor. Pengertian mendalam tentang keadaan geologis sangatlah penting untuk memutuskan tindakan mitigasi¹⁷.

Teknisi terlatih mengenali lereng yang berpotensi longsor dengan mempelajari foto udara untuk mengetahui tempat longsor sebelumnya atau tempat kegagalan lereng, dan menyelidiki lereng-lereng yang potensial menjadi tidak stabil. Wilayah longsor massal yang kemungkinan terjadi bisa dikenali dari lereng

¹⁷ *Ibid.*

yang curam, bidang perlapisan mengarah ke lantai lembah, topografi berbukit (tidak teratur, permukaan yang lebih tinggi tertutup pohon-pohon muda), rembesan air, dan tempat dimana tanah longsor pernah terjadi sebelumnya. Informasi ini digunakan untuk memetakan area yang rentan terhadap longsor.

Pencegahan tanah longsor dan ketidakstabilan lereng lebih efektif biayanya daripada perbaikan. Pencegahan meliputi pengendalian drainase, pengurangan sudut lereng dan ketinggian, dan penanaman tumbuhan, tembok penahan, baut batuan (*rock bolt*), atau *shotcrete* (beton yang di agregat dengan baik, dengan tambahan campuran yang dipadatkan dengan cepat, dengan pemompaan yang kuat). Cara-cara ini harus dengan benar dan tepat diterapkan dengan pertama-tama dipastikan bahwa lereng stabil secara internal dan struktural. Hal ini memerlukan pengertian yang baik tentang keadaan geologis di tempat tersebut.

Beberapa longsor bisa diperbaiki dengan membuat sistem drainase untuk mengurangi tekanan air pada lereng, dan mencegah pergerakan lebih jauh. Masalah kelabilan lereng ditepian jalan atau tempat-tempat penting memerlukan biaya yang besar. Jika dilakukan tepat waktu dan secara tepat, drainase permukaan dan bawah permukaan akan sangat efektif. Tetapi

karena biasanya tindakan demikian diabaikan, perbaikan yang jauh lebih mahal dan berat jadi diperlukan.

Di Vietnam, perlindungan struktur yang kokoh (penguatan tepian dengan talud beton atau batu, *groins* [pelindung pantai], dinding penahan, dsb.) umumnya digunakan untuk stabilisasi lereng dan tepian sungai dan untuk mengendalikan erosi tepian pantai. Namun demikian, walaupun telah digunakan selama beberapa dekade, lereng tetap saja longsor, erosi memburuk, dan biaya perawatan meningkat.

Dari sisi pandang ekonomi, pembuatan yang keras sangatlah mahal, dan anggaran kota tidak pernah cukup. Analisis teknis dan lingkungan memunculkan hal-hal dibawah ini:

- Penambangan batuan/beton terjadi di tempat lain benar-benar merusak lingkungan.
- Struktur yang keras tidak menyerap arus/energi gelombang. Karena struktur yang keras tidak bisa mengikuti bentuk lokal yang ada maka menyebabkan tanjakan curam. Tanjakan curam menyebabkan tambahan guncangan, yang menyebabkan erosi. Lebih-lebih, karena perangkatnya dilokalisasi, maka akan sering berakhir mendadak; tidak transit secara pelan dan bertahap ke tepian secara alami. Karena itu, mereka hanya memindah erosi ke tempat lain, ke arah

berlawanan atau hilir, yang memperburuk bencana, bukan mengurangi bencana pada sungai secara menyeluruh. Contoh ini banyak terjadi di propinsi Vietnam Tengah.

- Pembangunan yang keras dan struktural memasukkan banyak batu, pasir, semen ke dalam sistem sungai, mengganti dan membuang sejumlah besar tanah tepian ke dalam sungai. Ketika sungai melumpur, pergerakannya berubah, dasar sungai naik, dan erosi tepian dan banjir meningkat. Masalah ini serius di Vietnam karena pekerja melempar sampah tanah langsung ke sungai ketika mereka memperbaiki tepian. Seringkali mereka membuang batu langsung ke sungai untuk menstabilkan dasar tepian yang tidak stabil, atau meletakkan batuan ke dasar sungai, yang banyak mengurangi kedalaman arus (kanal). Ketika tanggul benar-benar gagal, sisa keranjang batu, dinding pelindung tetap berserakan di air menyebabkan penumpukan di dasar sungai.
- Struktur yang keras tidaklah alami dan tidak cocok dengan tanah lembut yang mampu mengikis atau terkikis. Ketika tanah terkonsolidasi dan/atau terkikis

dan hanyut, ini mengurangi dan menggerogoti bagian atas yang keras. Contoh termasuk tepian kanan hilir Thach Nham Weir (Propinsi Quang Ngai) yang retak dan runtuh. Insinyur yang menggantikan papan beton dengan talud batuan dengan atau tanpa bingkai beton menyebabkan erosi bawah permukaan tak terpecahkan. Sepanjang tanggul laut Hai Hau, seluruh bagian talud batuan runtuh karena pondasi tanah bawahnya hanyut.

- Struktur keras hanya mengurangi erosi secara sementara, tetapi tidak bisa membantu menstabilkan tepian ketika ada tanah longsor yang berat.
- Beton atau dinding penahan dari batu mungkin merupakan cara teknik yang paling umum digunakan di Vietnam untuk menstabilkan lereng di pinggir jalan. Sebagian besar dari dinding ini pasif, hanya menunggu lereng longsor. Ketika lereng longsor, tembok juga longsor, seperti terlihat di banyak wilayah di sepanjang Ho Chi Minh Highway. Gempa bumi juga telah menghancurkan struktur ini.
- Meskipun struktur kaku seperti tanggul batu jelas tidak sesuai untuk terapan tertentu seperti stabilisasi bukit pasir, tetapi masih saja dibangun. Sebagaimana yang terlihat di jalan baru di Vietnam tengah.

2.11 Stabilisasi Lereng Vegetatif

Vegetasi sudah digunakan sebagai alat bioteknologi alami untuk memperbaiki tanah, mengendalikan erosi dan menstabilkan lereng selama berabad-abad, dan semakin populer penggunaannya di beberapa puluh tahun belakangan. Hal ini dikarenakan sekarang lebih banyak informasi tentang vegetasi tersedia untuk para insinyur, dan sebagian dikarenakan biayanya yang rendah dan efektifitas dari pendekatan teknik lembut yang ramah lingkungan tersebut¹⁸.

Dengan dampak dari beberapa faktor disebutkan diatas, lereng akan menjadi tidak stabil dikarenakan: 1. erosi permukaan atau *sheet erosion* dan 2. kelemahan struktur internal. Erosi permukaan ketika tidak dikendalikan sering menyebabkan erosi anak sungai dan parit yang seiring waktu akan melabihkan lereng. Lemahnya struktur akan menyebabkan pergerakan massal atau longsor. Karena erosi permukaan dapat menyebabkan longsor, perlindungan terhadap permukaan lereng harus sungguh dipertimbangkan sebagai penguatan struktur, tetapi cara ini sering terlupakan. Melindungi permukaan lereng adalah pencegahan yang efektif, ekonomis, dan penting. Pada banyak kasus,

¹⁸ *Ibid.* h.38.

penerapan langkah pencegahan akan memastikan lereng tetap stabil, dan selalu lebih murah dari perbaikan.

Tutup perlindungan vegetatif yang disediakan oleh penyemaian rumput, pembibitan hidro atau *hydro-mulching* biasanya cukup efektif melawan erosi permukaan dan erosi dari arus kecil, dan tumbuhan berakar dalam seperti pohon dan semak dapat menguatkan struktur tanah. Tetapi, pada lereng baru, lapisan permukaan sering tidak terkonsolidasi dengan baik, jadi bahkan lereng yang ditanami vegetatif dengan benar tetap tidak bisa mencegah erosi anak sungai dan parit. Pohon berakar dalam tumbuh perlahan dan seringkali sulit ditanam pada tanah yang tidak ramah. Dalam hal ini, para insinyur menyesalkan ketidakefisienan dari tutup vegetatif dan membangun perbaikan struktural langsung setelah konstruksi. Pendeknya, perlindungan permukaan lereng dengan rumput lokal dan pohon tidak dapat, pada banyak kasus, menjamin kestabilan yang diperlukan.

Dalam skala kecil, yang lebih lembut, solusi vegetatif telah digunakan di Vietnam. Metode bio-teknologi yang paling populer untuk mengendalikan erosi tepian sungai mungkin adalah penanaman bambu (yang merupakan cara terburuk karena ketika rumpun tersapu banjir dan masuk ke sungai, bambu tersebut bisa menyeret jembatan atau apapun yang tersangkut. Bambu berkekuatan tarik tinggi jadi tidak pecah) Untuk mengendalikan

erosi tepian laut, bakau, cemara, nanas liar, dan palem nipah juga digunakan. Sayangnya tanaman tersebut memiliki kelemahan, contohnya bambu, karena berumpun, bambu yang berakar pendek tidak serapat tanaman pagar, karenanya air banjir terkonsentrasi pada celah akar yang meningkatkan daya rusaknya dan menyebabkan lebih banyak erosi. Bambu itu berat diatas. Sistem perakarannya yang pendek (1-1,5 meter) tidak sebanding dengan tinggi, dan berat kanopinya. Sehingga, rumpun bambu menambah tekanan pada tepian sungai, dan tidak menambah kestabilan.

Seringkali sistem akar rumpun bambu melabilkan tanah dibawahnya, memicu erosi dan memperluas area longsor. Beberapa wilayah di propinsi Vietnam tengah menunjukkan longsor tepian sesudah penanaman bambu secara meluas.

Pohon bakau, dimana mereka tumbuh, membentuk penahan yang kuat untuk mengurangi kekuatan ombak, jadi mampu mengurangi erosi tepian laut. Tetapi penanaman bakau sulit dan lamban karena tikus suka memakan bibitnya. Biasanya dari ratusan hektar yang ditanam, hanya sedikit bertahan dan menjadi hutan. Sudah ada laporan demikian di propinsi Ha Tinh.

Pohon cemara telah ditanam di ribuan hektar bukit pasir di Vietnam Tengah. Nanas liar juga telah ditanam di sepanjang tepian sungai, arus air, dan kanal, serta sepanjang garis kontur

lereng bukit pasir. Meskipun mereka mengurangi kekuatan angin dan mengurangi badai pasir, tanaman tersebut tidak dapat menahan arus pasir karena sistem akarnya yang pendek dan tidak membentuk tanaman pagar yang rapat. Meskipun penanaman cemara dan nanas liar pada pematang pasir sepanjang arus kanal di propinsi Quang Binh, pasir tetap saja menyerang tanah subur. Lebih lebih, kedua tanaman sensitif terhadap iklim; pembibitan cemara sulit bertahan melawan musim dingin yang ekstrim dan sporadis (dibawah $-15^{\circ}\text{C}/5\text{F}$), dan nanas liar tidak bisa bertahan melawan musim panas Vietnam Utara yang sangat panas.

Untungnya, Vetiver tumbuh secara cepat, tahan terhadap lingkungan yang tidak ramah, dan sistem akarnya sangat dalam dan banyak menyediakan kekuatan struktural dalam waktu cukup singkat. Karenanya, Vetiver bisa jadi pilihan yang sesuai untuk vegetasi tradisional, ketika teknik berikut ini dipelajari dan diikuti dengan cermat.

2.12 VGT Dalam Mitigasi Bencana Alam & Perlindungan Infrastruktur

Karena karakteristiknya yang unik Vetiver umumnya berguna dalam mengendalikan erosi pada lereng akibat kerukan maupun urugan dan pada lereng yang terkait dengan konstruksi jalan dan khususnya efektif untuk tanah yang mudah terkikis dan rapuh, seperti tanah sodik, berasam, dan mengandung asam sulfat.

Penanaman Vetiver telah sangat efektif untuk pengendalian erosi atau stabilisasi di bawah ini¹⁹:

- Stabilisasi lereng sepanjang jalan raya dan rel kereta api. Sangat efektif untuk jalan desa di pegunungan dimana masyarakat mengalami kekurangan dana untuk stabilisasi lereng dan di tempat dimana konstruksi jalan sering diperlukan.
- Stabilisasi tanggul dan dinding/tembok bendungan, pengurangan erosi kanal, erosi tepian sungai dan pantai, dan perlindungan struktur keras (seperti talud batuan, dinding penahan beton, bronjong dsb.). Lereng di atas katub dan penopang gorong-gorong.
- Pemisah antara struktur semen dan batuan dengan permukaan tanah yang mudah terkikis.
- Sebagai penyaring untuk memerangkap sedimen pada katup gorong-gorong.
- Untuk mengurangi energi pada *outlet* gorong gorong.
- Untuk menstabilkan erosi bagian atas parit, ketika pagar Vetiver ditanam di garis kontur diatas parit.
- Untuk menghilangkan erosi yang disebabkan oleh ombak, dengan menanam beberapa baris Vetiver pada

¹⁹ *Ibid*, h.48.

batas atas air pasang di tembok penahan dam pertanian yang besar atau di tepian sungai. Pada penanaman hutan, Vetiver digunakan untuk menstabilkan bahu jalan pada lereng curam dan parit (jalur penebangan) yang dibuat untuk panen berikutnya.

- Karena karakteristiknya yang unik, Vetiver dengan efektif mengendalikan bencana air seperti banjir, erosi tepian pantai dan sungai, erosi dam dan tanggul/pematang dan ketidakstabilan lain. Juga melindungi jembatan, penopang gorong-gorong dan penghubung antara beton/struktur batuan dan tanah. Vetiver khususnya efektif di wilayah di mana tanah timbunan tanggul mudah terkikis dan tidak padat, seperti tanah sodik, alkalin, dan asam (termasuk asam sulfat).
- Kelebihan utama VGT dibanding tindakan teknik lain adalah biayanya yang murah dan umurnya yang panjang. Untuk stabilisasi lereng di Cina, contohnya, penghematan mencapai 85-90% (Xie, 1997 dan Xia et al, 1999). Di Australia, biaya yang dihemat dengan VGT dibanding metode teknis lain berkisar antara 64% sampai 72%, tergantung metode yang digunakan (Braken and Truong, 2001). Singkatnya, biaya

maksimumnya hanya 30% dari biaya tindakan tradisional. Selain itu biaya pemeliharaan tahunan berkurang secara signifikan ketika tanaman pagar Vetiver telah tumbuh.

- Dibandingkan bio-teknologi yang lain, VGT selain alami juga merupakan cara yang ramah lingkungan untuk mengendalikan erosi dan menstabilisasikan lahan yang melembutkan tindakan teknis konvensional yang keras seperti beton dan struktur batu. Hal ini utamanya penting di daerah urban dan wilayah semi-pedalaman dimana orang-orang lokal tidak menyukai pembangunan prasarana keras.
- Biaya perawatan jangka panjangnya rendah. Tidak seperti struktur teknik konvensional, teknologi hijau jadi lebih baik ketika vegetatif penutup tumbuh. VGT memerlukan rencana perawatan yang matang pada saat dua tahun pertama; tetapi ketika sudah tumbuh, pada hakekatnya sudah tidak diperlukan perawatan. Karenanya, penggunaan Vetiver khususnya sesuai untuk area terpencil dimana biaya perawatan mahal dan sulit.

- Vetiver sangat efektif pada tanah yang tidak subur dan mudah terkena erosi serta di tanah yang tidak padat.
- VGT khususnya sesuai untuk daerah dengan biaya pekerja yang murah.
- Pagar Vetiver adalah alami dan merupakan bio teknologi yang lembut, alternatif yang ramah lingkungan dibanding struktur yang kasar atau keras.
- Kekurangan utama VGT adalah ketidaktoleranan Vetiver terhadap peneduh, khususnya pada saat pertumbuhan. Peneduhan sebagian memperlambat pertumbuhannya. Peneduhan yang banyak bisa membunuhnya dalam jangka panjang dengan mengurangi kemampuannya untuk bersaing dengan spesies yang toleran terhadap keteduhan. Tetapi kelemahan ini bisa jadi menguntungkan dalam keadaan dimana stabilisasi awal memerlukan tanaman pelopor untuk meningkatkan kemampuan mikro-lingkungan untuk menjadi tempat spesies endemik asli baik yang direncanakan maupun yang tumbuh sendiri.
- *Vetiver Grass Technology* hanya efektif ketika tanaman benar-benar telah tumbuh. Penanaman yang efektif memerlukan periode pertumbuhan awal selama 2-3 bulan di cuaca hangat dan 4-6 bulan di cuaca lebih

sejuk. Kelambatan tersebut bisa diantisipasi dengan menanam lebih awal, dan di musim kering.

- Pagar Vetiver sepenuhnya efektif hanya ketika tanaman membentuk pagar rapat. Celah yang ada antar rumpun harus ditanami ulang pada saat yang tepat.
- Sulit untuk mengairi tanaman di lereng yang tinggi atau curam.
- Vetiver memerlukan perlindungan dari ternak selama masa awal pertumbuhan.

Dengan alasan-alasan tersebut, kelebihan penggunaan VGT sebagai alat bio-teknologi lebih besar daripada kekurangannya, khususnya ketika Vetiver digunakan sebagai spesies pelopor.

Bukti-bukti di dunia mendukung penggunaan VGT untuk menstabilkan tanggul antara lain Vetiver telah dengan sukses menstabilkan sisi jalan di Australia, Brazil, Amerika Tengah, Cina, Etiopia, Fiji, India, Italia, Madagaskar, Malaysia, Filipina, Afrika Selatan, Sri Lanka, Venezuela, Vietnam, dan West Indies. Diterapkan sesuai dengan terapan geoteknologi, Vetiver telah digunakan untuk menstabilkan tanggul di Nepal dan Afrika Selatan.

Vetiver efektif baik ditanam sendiri atau digabung dengan metode tradisional. Misalnya, pada bagian tertentu tepian sungai

atau tanggul, batu atau talud beton dapat menguatkan bagian bawah air dan Vetiver menguatkan bagian atas. Penerapan tandem ini menciptakan stabilitas dan keamanan (yang tidak selalu benar ataupun diperlukan). Vetiver juga dapat ditanam dengan bambu, tumbuhan yang biasanya dipakai untuk melindungi tepian sungai. Pengalaman menunjukkan bahwa menggunakan bambu saja memiliki kelemahan yang bisa diatasi dengan menambahkan Vetiver. Seperti yang disebutkan sebelumnya, bambu yang tersapu air dapat menciptakan masalah serius di sungai yang jembatan-jembatan penyeberangannya rendah.

Software yang dikembangkan oleh Prati Amati, Srl (2006) bekerjasama dengan University of Milan menunjukkan persentasi atau jumlah kekuatan geser yang akar Vetiver tambahkan pada beragam tanah dibawah tanaman pagar Vetiver. *Software* ini membantu mengakses kontribusi Vetiver untuk menstabilkan lereng yang curam, khususnya tanah tanggul. Pada kondisi tanah dan lereng yang biasa, instalasi Vetiver akan meningkatkan stabilitas lereng sekitar 40%.

Penggunaan *software* memerlukan operator untuk memasukkan parameter geoteknologi terkait dengan lereng tertentu berikut ini:

- Jenis tanah
- Kemiringan lereng

- Kelembapan maksimum
- Kohesi tanah minimum

Program ini memerlukan beberapa tumbuhan per meter persegi dan jarak tanam antar baris, dan mempertimbangkan kemiringan lereng. Misalnya: Lereng 30° memerlukan 6 tanaman per meter persegi (yaitu 7-10 tanaman per meter lurus) dan jarak antar baris sekitar 1,7 m (5.7'). Lereng 45° memerlukan 10 tanaman per meter persegi (yaitu 7-10 tanaman per meter lurus) dan jarak antar baris sekitar 1 m (3').

VGT adalah teknologi baru. Sebagai teknologi baru, dasar-dasarnya harus dipelajari dan diterapkan dengan benar untuk mendapatkan hasil terbaik. Kegagalan dalam menerapkan prinsip-prinsip dasarnya akan membuahkan hasil mengecewakan, atau lebih buruk, hasil yang buruk. Sebagai teknik konservasi tanah, dan yang terbaru, sebagai alat bioteknologi, penerapan VGT yang efektif memerlukan pengetahuan tentang biologi, ilmu tanah, hidrolik, dan dasar-dasar geoteknologi. Karenanya, untuk proyek skala menengah sampai besar yang melibatkan rancangan teknik dan konstruksi yang signifikan, VGT harus di implementasikan oleh spesialis berpengalaman, bukan masyarakat lokal. Tetapi, pendekatan partisipatif dan manajemen berdasarkan komunitas (lokal) juga sangat penting. Karenanya, teknologinya sebaiknya

dirancang dan di implementasikan oleh tenaga ahli di bidang terapan Vetiver, terkait dengan agronomis dan teknik geoteknologi, dengan bantuan petani lokal.

Selain sebagai rumput, Vetiver lebih bersifat seperti pohon, karena sistem akarnya yang dalam dan besar. Yang lebih membingungkan lagi, VGT dapat menggunakan berbagai karakteristiknya untuk penerapan yang berbeda-beda. Contohnya, akarnya yang dalam menstabilkan tanah, daunnya yang tebal menyebarkan air dan memerangkap sedimen, toleransinya yang mengagumkan terhadap kondisi tidak ramah membuat Vetiver mampu merehabilitasi tanah dan kontaminasi air.

Kegagalan VGT, dalam banyak hal, disebabkan buruknya penerapan bukan buruknya rumput tersebut atau teknologinya. Contohnya, pada satu kasus, Vetiver digunakan di Filipina untuk menstabilkan lereng di pinggir jalan raya baru. Hasilnya sangat mengecewakan dan gagal. Pada akhirnya diketahui bahwa insinyur yang menangani VGT, kebun bibit yang mensuplai material tanaman, dan pengawas lapangan serta pekerja yang menanam Vetiver kurang berpengalaman dan kurang pelatihan tentang penggunaan VGT untuk stabilisasi lereng curam.

Pengalaman di Vietnam menunjukkan bahwa Vetiver telah dengan sangat berhasil digunakan ketika diterapkan dengan benar. Tidaklah mengejutkan jika penerapan yang tidak sesuai

menyebabkan kegagalan. Penerapan di Central Highlands di Vietnam menunjukkan bahwa Vetiver telah dengan efektif melindungi tanggul jalan. Tetapi, ada juga kegagalan yang terjadi pada penerapan besar-besaran pada lereng curam dan sangat tinggi tanpa teras di sepanjang jalan raya Ho Chi Minh. Singkatnya, untuk memastikan VGT berhasil, pembuat keputusan, perancang dan insinyur yang merencanakan penggunaan VGT untuk perlindungan prasarana sebaiknya mengambil langkah-langkah pencegahan berikut²⁰:

Pencegahan teknis:

- Agar berhasil, rancangan sebaiknya di cek dan diciptakan oleh orang-orang terlatih.
- Setidaknya beberapa bulan pertama ketika tanaman mulai tumbuh, tempat penanaman harus benar-benar stabil. Vetiver menunjukkan keberhasilan fungsinya ketika dewasa, dan lereng bisa jadi longsor pada masa sebelum itu.
- VGT hanya bisa diterapkan untuk lereng tanah dengan kecuraman tidak melebihi 45-50°.
- Vetiver tidak bertumbuh baik pada keteduhan, jadi jangan ditanam dibawah jembatan atau peneduh lain.

²⁰ *Ibid*, h.52.

Pencegahan untuk pengambilan keputusan, perencanaan dan pengorganisasian:

- Waktu: penanaman harus mempertimbangkan musim dan lama waktu yang diperlukan untuk penanaman.
- Pemeliharaan dan perbaikan: pada tahap awal, ada periode dimana Vetiver belum efektif.
- Perencanaan dan penganggaran harus mempertimbangkan penggantian untuk beberapa hal.
- Pembelian: Semua input sebaiknya diambil dari penduduk lokal (tenaga kerja, pupuk kandang, material penanaman, kontrak perlengkapan). Pemberian lapangan kerja menyediakan insentif bagi penduduk lokal untuk melindungi tanaman selama masa-masa awal dan masa pertumbuhannya, dan untuk mempertahankan kualitas dan keberlanjutan.
- Keterlibatan masyarakat: Sebanyak mungkin, masyarakat lokal harus dilibatkan dalam perancangan, pembelian material, dan tahap pemeliharaan. Kontrak dengan masyarakat lokal harus disiapkan mencakup pembibitan, perincian kualitas dan kuantitas, dan pemeliharaan/perlindungan. *Timing:* Pembuat keputusan harus siap berinovasi dan mempertimbangkan VGT dalam perencanaan dan

penganggaran mereka. Untuk itu, mereka memerlukan insentif untuk memasukkan metode yang murah dalam perencanaan, sebagaimana mereka memiliki insentif, dapat dibenarkan ataupun tidak, untuk mengadopsi metode konvensional yang lebih mahal. Integrasi: Pembuat keputusan sebaiknya merekomendasikan VGT sebagai bagian dari pendekatan komprehensif terhadap perlindungan prasarana, diterapkan pada skala yang cukup besar untuk memastikan peningkatan keahlian dan hasil secara nyata dan merata. VGT tidak seharusnya dianggap hanya sebagai langkah kompromi untuk penduduk lokal, meskipun Vetiver mampu menyediakan hasil yang tepat dan cepat.

- Waktu penanaman Vetiver sangat mempengaruhi keberhasilan dan biaya. Penanaman pada musim kering mengharuskan pengairan yang banyak dan mahal. Pengalaman di Central Vietnam menunjukkan bahwa pengairan tiap hari atau dua kali sehari diperlukan untuk menumbuhkan Vetiver di kondisi yang keras di bukit pasir. Tidak adanya pengairan menghambat pertumbuhan. Karena sulit untuk menemukan waktu yang tepat untuk penanaman besar-besaran pada lereng

buatan sepanjang jalan raya Ho Chi Minh, misalnya, pengairan mekanik diperlukan setiap hari pada beberapa bulan pertama.

- Vetiver umumnya memerlukan 3-4 bulan untuk bertumbuh, terkadang sampai 5-6 bulan pada kondisi yang buruk. Karena Vetiver baru benar-benar efektif di usia 9-10 bulan, penanaman massal sebaiknya dilakukan pada awal musim hujan (yaitu pengembangan bibit dan produksi material tanaman sebaiknya dirancang menyesuaikan dengan jadwal penanaman massal).
- Khususnya di Vietnam Utara, dimungkinkan menanam pada periode musim dingin-musim semi. Ketika suhu lebih rendah dari -10°C (50°F) di Vietnam Utara, rumputnya tidak tumbuh. Tetapi, Vetiver bisa bertahan di cuaca dingin dan tumbuh kembali segera ketika hujan musim dingin mulai terjadi dan cuaca menghangat.
- Di Vietnam Tengah, dimana suhu udara biasanya diatas 15°C (59°F), penanaman massal terjadi di awal musim semi. Pembibitan akan memerlukan perawatan lebih untuk memastikan pertumbuhan yang bagus dan penggandaan slip.

- Suksesnya sebuah proyek tergantung dari jumlah yang cukup dan kualitas bibit Vetiver. Rincian tentang pembibitan dan pengembangbiakan rumput ini dibahas di Bagian 2. Umumnya tidak diperlukan kebun bibit yang besar untuk menyediakan material tanaman yang cukup. Petani bisa mendirikan kebun bibit kecil (masing masing beberapa ratus meter persegi). Mereka dikontrak dan dibayar sesuai dengan jumlah slip (anakan) yang mereka mampu sediakan berdasar permintaan.

Pada kasus dimana penanaman melibatkan penduduk lokal, kampanye yang efektif melibatkan langkah-langkah sebagai berikut:

- Langkah 1: Para ahli mengunjungi lokasi tanam, dan mengadakan survei untuk identifikasi masalah dan merancang penerapan teknologi.
- Langkah 2: Membahas masalah dan solusi alternatif dengan penduduk lokal.
- Langkah 3: Menggunakan *workshop* dan pelatihan untuk mengenalkan teknologi baru.

- Langkah 4: Mengadakan percobaan, dengan mendirikan kebun bibit, kontrak pembelian material tanaman, pemeliharaan dsb.
- Langkah 5: Mengawasi penerapan.
- Langkah 6: Membahas hasil proyek contoh, mengikuti *workshop*, saling mengunjungi ladang dsb.
- Langkah 7: Mengorganisir penanaman massal.

Dalam kasus dimana perusahaan tertentu menjalankan proses penanaman, langkah 1,4,5 sebaiknya dilakukan (oleh perusahaan tersebut). Tetapi, partisipasi lokal masih disarankan untuk memunculkan kesadaran, menghindari perusakan, dan memastikan slip terlindungi dari binatang.

Untuk menstabilkan lereng alami dataran tinggi, lereng akibat tanah dikeruk, dan lereng penahan jalan, rincian berikut ini dapat diterapkan:

- Lereng tepian tidak melebihi 1 (H) [horisontal]:1 (V) [vertikal] atau 45°, kemiringan 1,5:1. Kemiringan yang lebih rendah dianjurkan jika memungkinkan, khususnya pada tanah yang mudah terkikis dan/atau di area dengan curah hujan tinggi.
- Vetiver seharusnya ditanam melintang lereng pada garis kontur dengan Interval Vertikal (VI) antara 1,0-2,0 m (3-6') terpisah, diukur sepanjang lereng. Jarak

1.0m (3') sebaiknya digunakan pada tanah yang sangat mudah terkikis, yang dapat meningkat sampai 1,5-2,0 m (4,5-6') pada tanah yang lebih stabil.

- Baris pertama seharusnya ditanam pada tepian atas dari tembok penahan. Baris ini seharusnya ditanam pada semua tembok penahan yang lebih tinggi dari 1,5 m (4,5').
- Baris paling bawah sebaiknya ditanam di dasar tembok penahan di kaki lereng dan pada lereng kerukan sepanjang tepi permukaan saluran air.
- Diantara baris-baris ini, Vetiver seharusnya ditanam seperti rincian diatas.
- *Benching* atau terasering selebar 1-3 m (3-9') untuk setiap 5-8m (15-24') VI dianjurkan untuk lereng yang lebih tinggi dari 10 m (30').

Untuk mitigasi banjir dan perlindungan tepi pantai, tepian sungai dan tanggul, rincian rancangan berikut ini dapat digunakan:

- Maksimum lereng tepian tidak boleh melebihi 1,5(H):1(V). Lereng tepian yang dianjurkan adalah 2,5:1. Catatan: sistem tanggul laut di Hai Hau (Nam Dinh) dibangun dengan lereng tepian 3:1 sampai 4:1

- Vetiver sebaiknya ditanam di dua arah.
- Untuk stabilisasi tepian, Vetiver sebaiknya ditanam dengan baris paralel dengan arah arus air (horisontal), dengan garis kontur berjarak sekitar 0,8-1,0m (2.5-3') terpisah (diukur sepanjang lereng). Rincian rancangan terbaru untuk melindungi sistem tanggul laut di Hai Hau (Nam Dinh) termasuk jarak antara baris diturunkan menjadi 0,25 m (8').
- Untuk mengurangi kecepatan aliran, Vetiver seharusnya ditanam di baris normal (sudut kanan) mengalir pada jarak antar baris 2,0 m (6') untuk tanah yang mudah terkikis dan 4,0 m (12') untuk tanah yang stabil. Sebagai perlindungan tambahan, baris normal ditanam dengan jarak 1,0 m (3') terpisah dari tanggul sungai di Quang Ngai.
- Baris horisontal pertama seharusnya ditanam di puncak tepian dan baris terakhir seharusnya ditanam di batas air yang paling rendah di tepian. Catatan: karena ketinggian air di beberapa lokasi berubah tergantung musim, Vetiver dapat ditanam jauh lebih rendah dari tepian pada saat yang tepat.

- Vetiver seharusnya ditanam di kontur sepanjang tepian antara baris atas dan bawah dengan jarak sebagaimana disebutkan di atas.
- Karena level air yang tinggi, baris paling bawah kemungkinan lebih lambat bertumbuh dibanding yang atas. Pada kasus tersebut, baris yang lebih bawah seharusnya ditanam pada saat tanah kering. Beberapa penerapan VGT melindungi anti-salinitas tanggul; pada kasus tersebut, air kemungkinan jadi lebih asin pada waktu tertentu di tahun tersebut, yang mungkin mempengaruhi pertumbuhan Vetiver. Pengalaman di Quang Ngai menunjukkan bahwa Vetiver dapat digantikan dengan varietas yang toleran terhadap salinitas, termasuk pakis bakau. . Untuk semua penerapan, VGT dapat digunakan secara kombinasi dengan cara tradisional dan struktural lain seperti batu atau beton, dan dinding penahan. Contohnya, bagian bawah tanggul/pematang dapat ditutup dengan kombinasi batu dan geo-textil sementara sebagian bagian atas dilindungi dengan pagar Vetiver.

2.13 Penerapan *Vetiver Grass Technology* di Indonesia

Berikut ini ditunjukkan aplikasi secara luas dari *Vetiver Grass Technology* di Indonesia oleh EBPP/IDVN dari tahun 2000-2011 termasuk lokakarya pelatihan dan demonstrasi bagi masyarakat lokal, LSM asing & Indonesia, Departemen pemerintah di Indonesia, industri besar dan Bank Pembangunan Asia (ADB)²¹.

2.13.1 Aplikasi *Vetiver Grass Technology* di Desa Ban, Bali

Desa Ban di lereng timur Gunung Agung dan Abang, meliputi 7.200 hektar dari ketinggian 150 meter di atas permukaan laut (dpl) hingga ke puncak kedua gunung tersebut, hutan dan vegetasi menjadi rusak ketika Gunung Agung meletus pada tahun 1963. Tanaman yang bisa tumbuh di lereng curam berpasir tersebut hanya singkong dan jagung, dengan sistem pertanian yang kuno, lereng berbukit dan jalan setapak yang rawan longsor selama setiap musim hujan, tidak ada alat transportasi selain berjalan kaki dan 19 desa adat terpencil hampir tidak ada komunikasi dengan dunia luar. Kemiskinan, kekurangan gizi, tingkat kematian anak dan gangguan akibat kekurangan yodium merupakan endemik. Dengan tidak adanya pasokan air bersih atau akses ke pasar, dokter atau klinik

²¹ <https://vetiverindonesia.wordpress.com/buku-2/buku/6-penerapan-di-indonesia/>

kesehatan/Puskesmas, tidak ada sekolah yang aktif dan tidak ada listrik, masyarakat memiliki sedikit pilihan atau kesempatan untuk berubah.

Kehidupan mereka merupakan tipikal khas dari ratusan desa pegunungan di Indonesia, dimana bercocok-tanam merupakan satu-satunya keahlian mereka dan bertahan hidup adalah tujuan mereka sehari-hari. Pada tahun 1998 ketika penduduk desa meminta EBPP untuk membantu membina mereka menuju masa depan yang lebih baik, asalkan mereka berjanji untuk mempunyai motivasi dan partisipasi penuh, maka solusi bagi kemajuan pembangunan berkelanjutan mereka adalah akses:

- Akses jalan yang stabil untuk komunikasi dan barang;
- Akses ke nutrisi yang lebih baik dan ketahanan pangan yang stabil, bebas erosi dan lahan pertanian yang bisa ditanami;
- Akses ke dunia luar, terutama untuk perawatan kesehatan;
- Akses ke pasokan air bersih dari mata air pegunungan yang terpencil;
- Akses ke pengetahuan dan pendidikan yang komprehensif, dan

- Akses ke kesempatan untuk pembangunan sosial dan ekonomi yang berkelanjutan untuk generasi sekarang dan masa depan.

Pencegahan erosi secara tradisional diterapkan oleh 19 masyarakat desa adat di masa menggunakan rumput gajah (*Pennisetum Purpureum*) di pingir jalan tanah yang curam dan kaliandra (*Calliandra Callothyrsus*) pada lahan pertanian mereka yang mempunyai tipikal kemiringan 30-80 derajat. Meskipun kedua spesies tersebut selalu hijau dan menjadi makanan pokok bagi ternak mereka, tetapi keduanya tidak memiliki akar yang dalam serta tidak bisa mencegah erosi dan tanah longsor tahunan dalam skala besar pada 150 km jalan tanah di seluruh desa tersebut. Pada tahun 1998, David Booth, EBPP, seorang insinyur sipil, mengidentifikasi rumput Vetiver sebagai solusi teknik yang paling praktis dan bioteknologi yang berkelanjutan untuk menstabilkan tepi jalan dan lahan pertanian dan memecahkan semua kebutuhan akses masyarakat.

Contoh berikut menggambarkan pengenalan rumput Vetiver, sebuah spesies yang sebelumnya tidak dikenal, dan aplikasi *Vetiver Grass Technology* pada masyarakat pegunungan yang buta huruf dan adopsi yang cepat dari teknologi rumput Vetiver sebagai alat penting yang diperlukan untuk pengembangan sosial dan ekonomi masyarakat secara terpadu.

Semua proyek dirancang dan didokumentasikan sebagai model untuk direplikasi di wilayah lain, dilaksanakan oleh masyarakat lokal dengan komitmen untuk melatih orang lain: berbasis masyarakat dan dimiliki proyek-proyek pemberdayaan bagi rakyat dan oleh rakyat.

Pada tahun 1998, para orang tua dari semua dusun paling terpencil meminta EBPP untuk memberikan pendidikan bagi anak-anak mereka sehingga mereka akan mampu memimpin kemajuan masyarakat sebagai generasi terdidik pertama dalam sejarah mereka. Setelah membeli 88.000 slip Vetiver pada bulan April 2000, kami memperkenalkan budidaya Vetiver melalui kurikulum bagi program pendidikan baru kami di Dusun Cegi. Vetiver ditanam sebagai penjaga terasering di kebun sayur organik di sekolah tersebut yang curam dan berpasir. Anak-anak menanam sayuran di kebun tersebut yang mana hasil panennya mereka konsumsi sendiri. Pelajaran pertama mereka adalah untuk membuat pot sederhana dari bambu, setinggi 120 cm, dilapisi dengan plastik bening, kemudian diisi dengan tanah lokal (pasir vulkanik lokal, tanpa pupuk tambahan); slip Vetiver ditanam dan disiram setiap hari. Masing-masing dari 32 anak akan mencatat pertumbuhan Vetiver setiap harinya meliputi tinggi dan jumlah anakan Vetiver dan mereka senang menonton Vetiver tumbuh,

yang mana rata-rata pertumbuhannya 2-3 cm per harinya. Setelah tepat satu tahun, pot Vetiver itu dibongkar. Secara mengejutkan, akar telah tumbuh secara vertikal ke dalam tanah abu vulkanik sepanjang panjang 2,2 meter, satu meter lebih dalam dari ketinggian pot yang hanya 1,2 meter.

Pelajaran pertama dan paling penting dalam kurikulum sekolah adalah Apa Vetiver dan bagaimana dia berbeda dengan rumput lain. Program ini segera direplikasi di semua sekolah EBPP, menciptakan sayuran organik pertama dan kebun herbal di wilayah tersebut dan akhirnya, orang tua dan petani lain mengembangkan kebun masyarakat dan kebun dapur mereka sendiri.

Langkah berikutnya adalah anak-anak untuk mengajarkan VGT kepada orangtua mereka untuk menstabilkan akses jalan lokal, mencegah longsoalnya rumah di perbukitan dan memulai kebun dapur. Sampai tahun 2011, lebih dari 1.200 anak telah dididik, lebih dari satu juta slip Vetiver telah ditanam di desa tersebut dan pembangunan ekonomi secara berkelanjutan bagi ribuan keluarga tersebut kini berada di jalur yang benar, berkat kekuatan rumput Vetiver.



Gambar 2.14: Siswa EBPP Cegi Dan Vetiver Dalam Pot
Setelah 3 Bulan



Gambar 2.15: Kiri: 1999 Jalan Tanah di Dusun Bunga Sebelum ditanami pagar rumput Vetiver, Kanan: 2002 Vetiver melindungi jalan di Dusun Bunga



Gambar 2.16: Kiri: Masyarakat menanam Vetiver di jalan tanah lainnya, Kanan: Dr. Paul Trong berdiri di samping Vetiver dewasa yang sudah dipangkas di jalan setapak yang curam menuju Dusun Cegi

Ketika EBPP memulai program pendidikan, tidak ada bangunan sekolah sehingga tiap-tiap dusun harus menyediakan ruang untuk di masing-masing balai banjar (balai dusun/desa). Ketika dana tersedia, masyarakat harus menyediakan lahan untuk membangun sekolah. Tidak ada tanah datar, hanya bukit, lembah dan lereng yang curam, semua terdiri dari abu vulkanik non-kohefif. Sifat bioteknologi dari akar Vetiver terbukti dengan cepat menstabilkan tanah berpasir yang rapuh dan membuat pagar kaku yang kuat sehingga memungkinkan masyarakat untuk memotong tebing bukit atau memotong dan menguruk dari lereng curam menjadi lahan datar yang kuat untuk membangun sekolah, semua distabilkan oleh pagar Vetiver.



Gambar 2.17: Kiri: 2004, Bukit Cegi sebelum pembangunan sekolah, Kanan: 2006, Batas pagar Vetiver sekarang lebih tinggi dari halaman sekolah sekitarnya

2.13.2 Aplikasi *Vetiver Grass Technology* di Daerah Aliran Sungai Citarum, Jawa Barat

Sungai Citarum di Jawa Barat, merupakan sumber air utama bagi Jakarta dan Bandung, dianggap sebagai salah satu sungai yang paling tercemar di dunia. Pada tahun 2007, Bank Pembangunan Asia (ADB), sebagai bagian dari *Cooperation Fund for the Water Sector* mengidentifikasi *Vetiver Grass Technology* sebagai solusi berkelanjutan untuk pengendalian pencemaran di 14.000 km persegi Daerah Aliran Sungai Citarum dan proposal VGT EBPP/IDVN telah disetujui untuk kegiatan Percontohan Demonstrasi (PDA) alih teknologi dalam penerapan *Vetiver Grass Technology* (VGT) untuk stabilisasi lereng, pengendalian erosi dan sistem pertanian di dataran tinggi secara berkelanjutan untuk kelompok masyarakat tepi sungai Citarum.

Sesuai dengan persyaratan PDA untuk memastikan pemberdayaan lokal dan keberlanjutan, IDVN bermitra dengan sebuah LSM lokal, WPL (Warga Peduli Lingkungan) yang

berfokus pada program pengembangan pertanian berbasis masyarakat pada komunitas pemukiman Sungai Citarum bagian atas.

Untuk mengkoordinasikan dan memberdayakan para *stakeholder* (pemangku kepentingan) dan LSM melalui alih teknologi Vetiver yang tepat guna dalam periode awal enam bulan, dan tujuan replikasi yang lebih luas selama periode yang lebih lama dalam mengendalikan limpasan dan erosi tanah, melindungi sumber daya alam dan memperkenalkan sistem pertanian dataran tinggi yang berkelanjutan yang bertujuan untuk meningkatkan kesejahteraan dan pendapatan dengan:

- Memperkenalkan dan meningkatkan kesadaran tentang efektivitas sistem Vetiver (VGT) dalam konservasi air, tanah dan sumber daya alam, tanah dan pengendalian erosi air, pengelolaan daerah aliran sungai, pertanian berkelanjutan, stabilisasi lereng, mitigasi bencana, pengendalian pencemaran dan banyak manfaat lainnya;
- Pelatihan langsung bagi para *stakeholder* utama tentang karakteristik Vetiver, penanaman Vetiver, pembudidayaan, pengelolaan dan pemeliharaan, dengan prinsip *see by example* and *learn by doing* (melihat dengan contoh dan belajar dengan melakukan) dan interaksi dengan kelompok-kelompok

petani di wilayah lain di Indonesia yang telah berhasil menstabilkan dan mengubah lereng gunung tandus menjadi kebun sayuran yang subur;

- Membentuk proyek percontohan dengan *stakeholder* utama di beberapa daerah cekungan yang curam dan pemberdayaan LSM lokal dan para *stakeholder* utama guna mensukseskan replikasi/menyebarluaskan pelatihan VGT dan teknologi tersebut ke kelompok tani lain di Daerah Aliran Sungai Citarum;
- Memulai sistem pertanian organik berkelanjutan di dataran tinggi untuk ketahanan pangan dan pada akhirnya pengembangan ekonomi.

IDVN menunjuk Dr Paul Truong sebagai pimpinan konsultan untuk proyek ini dan setelah survei awal tahun 2008 oleh Paul Truong, David Booth, Ardika Adinata (EBPP/IDVN) dan Yogantara Sunardhie, direktur WPL, hasil aplikasi di dua lokasi percontohan adalah sebagai berikut:

- Keberhasilan fitoremediasi air limbah dari sistem tangki septik dari 150 keluarga di bagian bawah sungai Citarum
- Kestabilan teras sehingga dapat memulai pertanian organik berkelanjutan dan terus mengembangkan

pembibitan Vetiver di lahan pertanian bagian atas Daerah Aliran Sungai.

2.13.3 Aplikasi *Vetiver Grass Technology* Mengurangi Erosi di Pantai Bali, Melindungi Properti Tepi Pantai & Melestarikan Terumbu Karang

Pada bulan Desember 2001, David Booth dan Komang Kurniawan dari EBPP memberikan respon atas permintaan yang mendesak dalam melindungi sebuah vila tepi pantai di Bali selatan dari potensi kehancuran abrasi laut dengan menanam *polybag* Vetiver untuk mencegah abrasi yang dengan cepat mengikis bagian depan pantai. Karena tidak ada contoh aplikasi VGT dalam situasi seperti ini dari TVN pada waktu itu, maka mereka membuat uji coba di bagian depan vila yang paling rentan dengan penanaman Vetiver dewasa (usia 6 bulan) dalam *polybag* diameter 15 cm sedalam 20 cm. Sebelum penanaman, 60-70 gram pupuk organik dicampur dengan pasir, plastik *polybag* dibuka dan pasir dipadatkan, kemudian Vetiver disiram dengan air bersih. Setelah tanam hingga 30 hari ke depan sehingga akar dapat tumbuh. Setelah 10 hari, pertumbuhan akar rata-rata sepanjang 25 cm untuk setiap tanaman. Dalam waktu 3 bulan, panjang akar 2 meter dan rumput tumbuh dengan baik meskipun tersiram oleh gelombang laut setiap harinya. (The Vetiver

Network Newsletter No 24, 2002). Setelah sukses dengan pantai Bali Selatan, perlindungan pantai dengan VGT diterapkan di bagian lain di Bali dan Lombok.



Gambar 2.18: Villa di Pantai Ketewel: Akar Vetiver yang cepat tumbuh masih tetap berkembang setelah erosi penuh, Akar Vetiver yang vertikal menopang pasir

2.13.4 Aplikasi *Vetiver Grass Technology* pada Ladang Minyak di Jawa Timur

Vetiver Grass Technology telah ditentukan oleh Exxon Mobile untuk stabilitas sisi lereng dalam pembangunan *platform* minyak baru mereka untuk bidang minyak pertama di Indonesia di Bojonogoro, Jawa Timur. Setelah kunjungan lapangan oleh David Booth pada September 2008, berdasarkan desain yang disetujui oleh kontraktor, maka dilaksanakan proyek oleh tim

yang dipimpin oleh Ardika Adinata dari IDVN pada November 2008. Foto-foto yang diambil pada Juni 2009 menunjukkan pertumbuhan yang cepat dari Vetiver yang akan menjamin stabilitas lereng secara optimal dan konservasi tanah dan air.



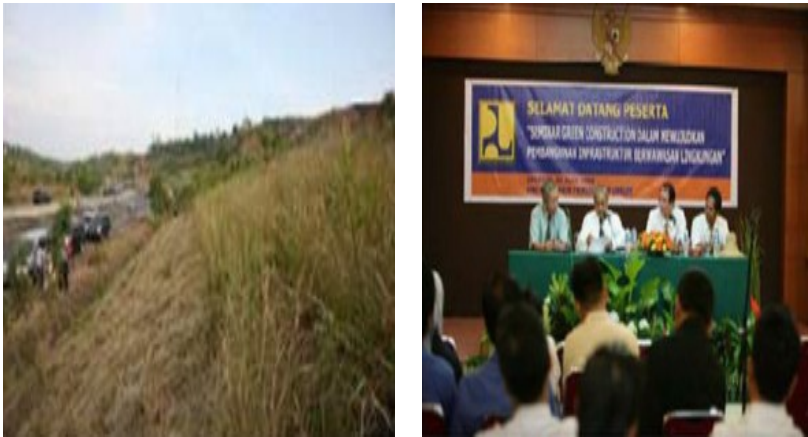
Gambar 2.19: Vetiver untuk Proyek Exxon Mobile, Bojonegoro, Jawa Timur, Kanan: Perumbuhan Vetiver setelah 6 bulan

2.13.5 Aplikasi Vetiver untuk Departemen Pekerjaan Umum

Divisi Jalan

Pada bulan Desember 2006, David Booth dan Dr. Scott Younger mempresentasikan manfaat komprehensif dari *Vetiver Grass Technology* kepada para pejabat senior di kantor pusat Departemen Pekerjaan Umum (PU) di Jakarta. Pada bulan Juni 2007, setelah kepada PU di Jakarta dan Bali diinspeksi oleh David Booth terhadap percobaan penanaman Vetiver di jalan tol Cipularang Jawa Barat yang baru dibangun, PU mulai

merencanakan untuk mengadakan Seminar VGT bagi setiap insinyur jalan raya di semua propinsi di Indonesia.



Gambar 2.20: Kiri: Vetiver tumbuh bagus di pinggir jalan tol Cipularang, Kanan: David Both dan Paul Trong memberikan seminar VGT di PU Bali dan Jakarta

2.14 Teori Perubahan Struktural Fungsional Masyarakat

Talcott Parson mengatakan seperti halnya teoretisi neoevolusi lainnya, menunjukkan adanya perkembangan masyarakat tradisional. Menurut Parsons, masyarakat akan berkembang melalui tiga tingkatan utama yaitu primitif, *intermediate*, dan modern. Dari tiga tahapan ini, oleh Parsons dikembangkan lagi ke dalam sub klasifikasi evolusi sosial sehingga menjadi lima tingkatan yaitu primitif, *advanced* primitif

and arcchaic, historic intermediate, seedbed societies, dan modern societies.

Parsons meyakini bahwa perkembangan masyarakat berkaitan dengan perkembangan keempat unsur subsistem utama yaitu kultural (pendidikan), kehakiman (integrasi), pemerintahan (pencapaian tujuan), dan ekonomi (adaptasi).

Tolok ukur yang digunakan Parsons untuk mendeteksi dan sekaligus membedakan tingkatan perubahan masyarakat(5 tingkatan) adalah artikulasi pengembangan fungsi integrasinya. Puncak perkembangan terpenting terhadap fungsi integrasi ini adalah ditemukan bahasa tulisan dan kunci terhadap sambungan proses evolusi sosial. Penemuan simbol komunikasi bahasa menandai fase transisi dari masyarakat primitif ke tingkat *intermediate*. Sedangkan penemuan hukum formal menandai fase transisi dari *intermediate* ke masyarakat maju (*advanced*).

Talcott Parsons melahirkan teori fungsional tentang perubahan. Seperti para pendahulunya, Parsons juga menganalogikan perubahan sosial pada masyarakat seperti halnya pertumbuhan pada makhluk hidup. Komponen utama pemikiran Parsons adalah adanya proses diferensiasi. Parsons berasumsi bahwa setiap masyarakat tersusun dari sekumpulan subsistem yang berbeda berdasarkan strukturnya maupun berdasarkan makna fungsionalnya bagi masyarakat yang lebih luas. Ketika

masyarakat berubah, umumnya masyarakat tersebut akan tumbuh dengan kemampuan yang lebih baik untuk menanggulangi permasalahan hidupnya. Dapat dikatakan Parsons termasuk dalam golongan yang memandang optimis sebuah proses perubahan.

Bahasan tentang struktural fungsional Parsons akan diawali dengan empat fungsi yang penting untuk semua sistem tindakan. Suatu fungsi adalah kumpulan kegiatan yang ditujukan pada pemenuhan kebutuhan tertentu atau kebutuhan sistem. Parsons menyampaikan empat fungsi yang harus dimiliki oleh sebuah sistem agar mampu bertahan, yaitu²² :

1. Adaptasi, artinya sebuah sistem harus mampu menanggulangi situasi eksternal yang gawat. Sistem harus dapat menyesuaikan diri dengan lingkungan.
2. Pencapaian, artinya sebuah sistem harus mendefinisikan dan mencapai tujuan utamanya.
3. Integrasi, artinya sebuah sistem harus mengatur hubungan antar bagian yang menjadi komponennya. Sistem juga harus dapat mengelola hubungan antara ketiga fungsi penting lainnya.
4. Pemeliharaan pola, artinya sebuah sistem harus melengkapi, memelihara dan memperbaiki motivasi

²² Dadang Supardan, Pengantar Ilmu Sosial: Sebuah Kajian Pendekatan Struktural. Jakarta: Bumi Aksara, 2011, h.154.

individual maupun pola-pola kultural yang menciptakan dan menopang motivasi.

Keempat fungsi tersebut dikenal dengan sebutan AGIL yaitu Adaptasi (A[*adaptation*]), pencapaian tujuan (G[*goal attainment*]), integrasi (I[*integration*]), dan latensi atau pemeliharaan pola (L[*latency*]).

Talcott Parsons adalah seorang sosiolog kontemporer dari Amerika yang menggunakan pendekatan fungsional dalam melihat masyarakat, baik yang menyangkut fungsi dan prosesnya. Pendekatannya selain diwarnai oleh adanya keteraturan masyarakat yang ada di Amerika juga dipengaruhi oleh pemikiran Auguste Comte, Emile Durkheim, Vilfredo Pareto dan Max Weber. Hal tersebut di ataslah yang menyebabkan Teori Fungsionalisme Talcott Parsons bersifat kompleks.

Teori Fungsionalisme Struktural mempunyai latar belakang kelahiran dengan mengasumsikan adanya kesamaan antara kehidupan organisme biologis dengan struktur sosial dan berpandangan tentang adanya keteraturan dan keseimbangan dalam masyarakat.

Berdasarkan karya-karya Parsons, seperti empat sistem tindakan dan imperatif fungsional mengundang tuduhan bahwa ia menawarkan teori struktural yang tidak mampu menangani perubahan sosial. Hal ini dikarenakan, ia peka terhadap perubahan

sosial, namun ia berpendapat bahwa meskipun studi perubahan diperlukan, tapi itu harus didahului dengan studi tentang struktur masyarakat.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Metode PAR (*Participatory Action Research*)

Pendekatan yang dipakai dalam penelitian ini adalah riset aksi. Di antara nama-namanya, riset aksi sering dikenal dengan PAR atau *Participatory Action Research*. Adapun pengertian riset aksi menurut Corey (1953) adalah proses di mana kelompok sosial berusaha melakukan studi masalah mereka secara ilmiah

dalam rangka mengarahkan, memperbaiki, mengevaluasi keputusan dan tindakan mereka²³.

Pada dasarnya, PAR merupakan penelitian yang melibatkan secara aktif semua pihak-pihak yang relevan (*stakeholders*) dalam mengkaji tindakan yang sedang berlangsung (di mana pengamalan mereka sendiri sebagai persoalan) dalam rangka melakukan perubahan dan perbaikan ke arah yang lebih baik. Untuk itu, mereka harus melakukan refleksi kritis terhadap konteks sejarah, politik, budaya, ekonomi, geografis, dan konteks lain-lain yang terkait. Yang mendasari dilakukannya PAR adalah kebutuhan kita untuk mendapatkan perubahan yang diinginkan.

PAR terdiri dari tiga kata yang selalu berhubungan seperti daur (siklus), yaitu partisipasi, riset, dan aksi. Artinya hasil riset yang telah dilakukan secara partisipatif kemudian diimplementasikan ke dalam aksi. Aksi yang didasarkan pada riset partisipatif yang benar akan menjadi tepat sasaran. Sebaliknya, aksi yang tidak memiliki dasar permasalahan dan kondisi subyek penelitian yang sebenarnya akan menjadi kontraproduktif. Namun, setelah aksi bukan berarti lepas tangan begitu saja, melainkan dilanjutkan dengan evaluasi dan refleksi yang kemudian menjadi bahan untuk riset kondisi subyek

²³ Yunus Abidin, *Metode Penelitian*, Bandung: PT. Tarsito Bandung, 2009, h. 105.

penelitian setelah aksi. Begitu seterusnya hingga kemudian menjadi sesuatu yang ajeg. Oleh Stephen Kemmis proses riset aksi digambarkan dalam model *cyclical* seperti spiral. Setiap *cycle* memiliki empat tahap, yaitu rencana, tindakan, observasi, dan refleksi²⁴.

Menurut Winter (1998), dalam riset aksi terdapat enam prinsip yang dijadikan petunjuk melakukan riset. Enam prinsip tersebut adalah²⁵ :

1. Refleksi Kritis

Kebenaran dalam lingkungan sosial sangat relatif dan tergantung pada subyek penelitian. Pertimbangan situasi yang tercantum dalam catatan-catatan lapangan, dokumen resmi harus telah mendapat pengakuan secara implisit dari subyek. Maka, barulah bisa dikatakan bahwa fakta tersebut benar apa adanya. Prinsip refleksi kritis menjamin orang-orang untuk mempertimbangkan isu-isu, proses-proses, dan membuat interpretasi, asumsi, dan penilaian secara eksplisit. Dengan cara ini

²⁴ LPM IAIN Sunan Ampel Surabaya, Modul Pelatihan Kuliah Kerja Nyata (KKN) Transformatif IAIN Sunan Ampel Surabaya, Surabaya : LPM IAIN Sunan Ampel, 2008, hal. 27.

²⁵ O'Brien, Rory, An Overview of the Methodological Approach of Action Research. <http://www.web.net/~robrien/papers/arfinal.html>, 1998, p.5-6.

pertimbangan praktis bisa menyempurnakan pandangan-pandangan teoritis.

2. Dialektika Kritis

Realitas sosial yang partikular bisa menjadi valid secara konsensual, yang mana bahasa menjadi sarana penyampaianya. Fenomena pada umumnya dikonseptualisasikan melalui dialog. Maka dari itu, prinsip dialektika kritis menghendaki pemahaman pengaturan hubungan antara fenomena dan konteksnya, dan antara elemen-elemen yang menyusun fenomena. Elemen kunci adalah mereka yang bertentangan dengan yang lainnya, dan itu merupakan salah satu yang hampir suka menciptakan perubahan.

3. Kolaborasi Sumber Daya

Partisipan dalam proyek riset aksi adalah peneliti juga. Prinsip kolaborasi sumber daya ini berpraduga bahwa ide tiap orang sama signifikannya sebagai potensi sumber daya untuk membuat interpretasi, kategori analisis yang dinegosiasikan di antara partisipan. Hal ini ditujukan untuk menghindari kemiringan kredibilitas dari pemegang ide terdahulu. Selain itu, secara khusus hal tersebut dapat menimbulkan kesadaran dan toleransi dari

adanya kontradiksi antara banyak sudut pandang dan di dalam satu sudut pandang.

4. Kesadaran Risiko

Proses perubahan berpotensi mengancam semua cara yang telah berlaku sebelumnya, dan itu menciptakan ketakutan secara psikis di antara para praktisinya. Salah satu ketakutan yang utama adalah datang dari ego yang menahan diri dari diskusi terbuka terhadap interpretasi, ide, dan penilaian orang lain. Seorang inisiator riset aksi akan menggunakan prinsip ini untuk menenangkan ketakutan-ketakutan lain dan mengundang partisipasi dengan menegaskan bahwa masyarakat juga akan menjadi subyek dari proses yang sama, dan bagaimana pun juga hasil akhirnya adalah belajar bersama.

5. Struktur Plural

Alam penelitian pada umumnya terdiri dari berbagai macam pandangan, komentar, dan kritik, dalam rangka menuju berbagai kemungkinan aksi dan interpretasi. Pendalaman struktur yang plural ini menghendaki banyak teks untuk pelaporannya. Hal ini berarti akan banyak pertimbangan secara eksplisit dengan komentar yang kontradiktif dan berbagai macam panduan untuk

aksi. Laporan pada dasarnya adalah sebuah tindakan sebagai dukungan untuk meneruskan diskusi di antara kolaborator daripada memutuskan sebuah konklusi akhir dari sebuah fakta.

6. Teori, Praktek, dan Transformasi

Bagi para praktisi riset aksi, teori menginformasikan praktek, dan praktek menyempurnakan teori menuju upaya transformasi yang terus-menerus. Dalam lingkungan apa pun, aksi tiap orang didasarkan pada asumsi, teori, dan hipotesis yang secara implisit dipegang teguh, dan dengan tiap hasil observasi pengetahuan teoritik akan bertambah.

3.2 Tahapan Aksi

Adapaun tahapan-tahapan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pemetaan Wilayah, yaitu pemetaan letak geografis (jalan, pintu masuk, letak), demografis (sosial budaya setempat), Kantor-kantor strategis (kantor polisi, RS, rumah tokoh masyarakat/tokoh agama, dll), aktor-aktor penting dan relasi sosial (pihak pro, kontra dan netral).
2. Analisa Risiko (peneliti dan kontak/sekutu). Risiko antara lain kriminalisasi, pengusiran, penyuapan, konflik

horizontal, pencurian, perampokan, kekerasan, penculikan dan penghilangan nyawa.

3. Turun ke komunitas/lapangan.
4. Mendekati kontak atau membangun sekutu strategis.
5. Pengumpulan data (wawancara, observasi, dll).
6. Membuat analisa kasus struktural.
7. Menyusun rencana aksi.
8. Melakukan aksi berupa:
 - Sosialisasi tentang peningkatkan pemahaman dan kesadaran masyarakat dalam menghadapi bencana
 - Pengenalan Vetiver Grass System
 - Penanaman secara sistematis tanaman Vetiver untuk normalisasi lahan kritis/rawan bencana.
9. Evaluasi.

BAB IV

HASIL KEGIATAN

4.1 Pemetaan Wilayah

Letak geografis Perumnas Bukit Beringin Lestari terbagi dalam 2 kelurahan, yaitu kelurahan Gondoriyo dan Kelurahan Wonosari. Ada 2 pintu gerbang utama, yaitu gerbang selatan dan gerbang utara. Lokasinya juga dekat dengan Kantor Kelurahan, Puskesmas Gondoriyo tetapi jauh dari Kelurahan Wonosari. Kantor Polsek terletak di kecamatan Ngaliyan. Topografi wilayahnya berbukit-bukit.

Penduduknya merupakan pekerja semua (PNS, TNI, Polri, dan Swasta), tidak ada petani. Beberapa tanah kosong di bahu-bahu jalan ditanami singkong oleh penduduk sekitar Perumnas (kemungkinan dari Beringin, Kalikangkung). Kadang-kadang mereka melakukan penebangan kayu/merusak struktur tanah dengan memotong tebing untuk memudahkan pengambilan kayu tebangan. Mereka bisa melakukan semua ini karena mereka merasa penduduk asli dan sudah melakukan hal tersebut turun temurun.

Penduduk Perumnas cenderung cuek dengan kondisi lingkungan yang ada karena rata-rata sudah lelah bekerja seharian di kantor, kecuali bila ada kejadian seperti kecurian, atau longsor baru dibahas serius di rapat-rapat RT, tapi belum ada tindakan mitigasi masalah. Mengenai longsor semua diserahkan ke pihak perumnas, dan korban sendirian (sampai saat ini korban longsor masih mengontrak, sudah pindah-pindah 2 tempat kontrakan).

Setiap RT memiliki masjid atau mushola sendiri-sendiri. Hal ini bukan karena perpecahan, tetapi karena kondisi topografis yang berbukit-bukit yang melelahkan untuk jalan kaki menuju mesjid bila masjidnya jauh. Di blok G ada anggota dewan Kota Semarang dari fraksi PKS, berhasil menggalang dana untuk

membangun masjid Al-Jihad, masjid *jami'* yang digunakan untuk beribadah warga yang bertempat tinggal di dekat lokasi bencana.

4.2 Analisis Risiko

Rencana mitigasi longsor dengan teknologi Vetiver diterima dengan baik di rapat-rapat RT, tetapi yang paling antusias ditanggapi dari kalangan ibu-ibu, dapat diartikan belum ada risiko penolakan.

Pada tanggal 29 Januari 2014, setelah bencana longsor terjadi di blok C, peneliti dengan diketahui Ketua RT 02 dan Ketua RW 05, membantu mengajukan surat pengaduan ke pihak Perumnas dengan tembusan sampai Camat Ngaliyan dan Walikota Semarang. Hasilnya pihak Perumnas sebulan kemudian mulai melakukan normalisasi bekas longsor dengan pembuatan talud ulang dan pemasangan bronjong bertingkat dari bibir tebing longsor hingga ke dasar sungai. Hal ini menunjukkan telah terdapat hubungan baik antara peneliti dengan masyarakat sekitar.

Kemungkinan risiko konflik akan muncul dari warga Kalikangkung dan Beringin mengira penanaman Vetiver akan mengurangi lahan mereka untuk bercocok tanam di sekitar lahan kosong perumnas.

Risiko yang lain adalah kegagalan tumbuh, karena meski Vetiver tanaman yang tidak rewel, pada saat penanaman, Vetiver

butuh pasokan air yang cukup, padahal saat KPD dimulai adalah pada saat musim kemarau.

4.3 Turun Ke Komunitas



Gambar 4.1: Sosialisasi *Vetiver Technology* Pada Rapat Rt 02 Rw 05, Gondoriyo, Ngaliyan, Semarang Musim hujan bulan Januari 2015, hujannya tidak selebat tahun sebelumnya sehingga tidak mengganggu pembuatan talud dan bronjong oleh pihak Perumnas di dekat tempat bencana karena sebelum ditalud tanah memerlukan pemadatan, tidak boleh terkena air hujan yang banyak.

Pembuatan struktur keras (talud dan bronjong) memerlukan perlindungan dan perawatan, karena talud yang sebelumnya ambrol karena longsor. Penanaman *Vetiver* diharapkan dapat melindungi struktur keras serta sarana dan prasarana yang ada di Perumnas Beringin.

Sebelumnya, pada bulan Juni 2014 telah diadakan sosialisasi mitigasi bencana dengan rumput Vetiver. Hasilnya Bapak-bapak RT 02 RW 05 menyambut baik. Pada kesempatan tersebut diperkenalkan bentuk asli rumput Vetiver dan juga dibagikan sampelnya dalam jumlah sedikit untuk ditanam di pekarangan rumah. Hal ini dilakukan dalam rangka pembuatan kebun bibit Vetiver.

4.4 Membangun Sekutu Strategis

Setahun kemudian pada bulan Juni 2015, diadakan sosialisasi *Vetiver Grass Technology* pada ibu-ibu dasawisma RT 02 RW 05, Gondoriyo, Ngaliyan, Semarang. Ibu-ibu menyambut antusias karena selain mendapatkan ilmu baru, juga ikut menanam Vetiver di lokasi bencana.



Gambar 4.2: *Sharing* tentang *Vetiver Grass Technology* pada Ibu-ibu Dasawisma RT 02 RW 05, Gondoriyo, Ngaliyan, Semarang



Gambar 4.3: Suasana *Sharing* tentang *Vetiver Grass Technology*



Gambar 4.4: Penyerahan simbolis bibit Vetiver ke Ibu Ketua Dasawisma RT 02 RW 05

Pada kesempatan itu dibagikan bibit Vetiver kepada Ibu-ibu untuk ditanam sebagai kebun bibit di pekarangan rumah masing-masing.

4.5 Hasil Observasi

Dari hasil turun ke komunitas dan membangun sekutu strategis diketahui bahwa warga menginginkan agar bencana longsor tidak terulang kembali.

Warga menyatakan teknologi Vetiver patut dicoba, karena proposal perbaikan talud yang rusak di beberapa rumah warga yang dekat sungai/tebing yang diajukan ke Pemkot Semarang turunnya lama.

Ibu-ibu tertarik sekali dengan kegiatan mitigasi longsor dari LP2M UIN Walisongo. Ibu-ibu memang menyukai ilmu dan pengetahuan baru.

Perlu dialog dengan penduduk luar perumahan yang selama ini menggarap lahan-lahan kosong sekitar perumahan agar tidak merusak alam

4.6 Analisis Perubahan Struktural Fungsional Masyarakat

Sesuai dengan Teori dari Talcott Parsons tentang perubahan struktural fungsional masyarakat, permasalahan bencana longsor

di Perumnas Beringin dapat dimitigasi dengan langkah-langkah sebagai berikut.

1. Adaptasi

Warga Perumnas Beringin harus bisa menyesuaikan dirinya dengan kondisi tempat tinggalnya yang berbukit-bukit rawan bencana longsor.

2. Pencapaian tujuan

Vetiver system bertujuan untuk mengurangi risiko bencana longsor di masa-masa mendatang.

3. Integrasi

Warga harus mau melakukan kerjasama bahu membahu dalam mitigasi bencana longsor, Warga harus melakukan dialog *win win solution* agar para penggarap lahan kosong tidak merusak alam.

4. Pemeliharaan pola-pola yang sudah ada

Keja bakti, ronda, penanaman toga tetap dipertahankan dan perlu adanya sikap tanggap bencana.

4.7 Pelaksanaan Kegiatan

Penanaman Vetiver serentak di lokasi bencana dilakukan bersama-sama ibu-ibu dasawisma. Kegiatan tersebut juga melibatkan penduduk diluar Perumnas dengan maksud terjadi

harmoni antara penduduk RT 02 RW 05 dengan penduduk sekitarnya.



Gambar 4.5: Kondisi Sebelum Mitigasi



Gambar 4.6: Langkah Awal Mitigasi



Gambar 4.7: Pembuatan Kebun Bibit Vetiver
Di Bekasi Longsor



Gambar 4.8: Penanaman Vetiver oleh Penduduk Di Luar Perumnas



Gambar 4.9: Penanaman Vetiver secara terasiring Pada Lereng Di Bekas Longsor



Gambar 4.10: Penanaman Vetiver untuk melindungi Talud Di
Bekas Longsor



Gambar 4.11: Penanaman Vetiver untuk melindungi Guludan
Batu tanpa Semen Di Bibir Tebing Yang Longsor



Gambar 4.12: Lahan yang sudah dimitigasi dapat ditanami pisang dan sayur mayur



Gambar 4.13: Penanaman Bunga dilokasi mitigasi untuk memperindah pemandangan

4.8 Evaluasi Kegiatan

Penerapan *Vetiver Grass Technology* di lokasi bencana sudah dilakukan pada bulan Juni 2015. Penanaman melibatkan partisipasi aktif Bapak-bapak, Ibu-ibu Dasawisma RT 02 RW 05 Gondoriyo, Ngaliyan, Semarang, dan warga yang tinggal diluar Perumnas.

Sebelumnya peneliti dan warga telah mengajukan pengaduan ke pihak Perumnas untuk melakukan tindakan supaya tidak terjadi longsor susulan, hasilnya sebulan setelah bencana di

blok C pada bulan Januari 2014, Perumnas melakukan penaludan ulang dan pemasangan bronjong hingga ke dasar sungai.

Vetiver Grass Technology diharapkan dapat merehabilitasi tanah bekas longsor dan melindungi talud, bronjong, dan bangunan rumah yang ada.

Vetiver Grass Technology dapat menjalankan fungsinya dengan baik setelah tanaman *Vetiver* dewasa atau kurang lebih memerlukan waktu dua tahun, setelah itu *Vetiver* tidak memerlukan perawatan, hanya perlu pemangkasan daunnya biar terlihat rapi. Oleh karena perawatan di awal pertumbuhan mutlak diperlukan. Setelah 3 bulan bibit yang mati perlu disulam dengan yang baru. Kegiatan perawatan tidak akan berhasil tanpa partisipasi warga.

Ada beberapa lokasi selain di tempat bencana utama yang memerlukan perlindungan *Vetiver*, sehingga pembuatan kebun bibit *Vetiver* di masing-masing warga juga perlu dijaga keberlangsungannya, agar ketersediaan stok bibit *Vetiver* bisa tersedia kapan saja jika diperlukan. Memang terdapat warga yang kurang peduli terhadap kegiatan mitigasi ini, karena tempat tinggal mereka tidak terkena bencana, mereka merasa aman karena kebetulan lokasinya tidak di pinggir tebing atau sungai. Warga yang seperti ini tetap harus didekati dan diajak *sharing*

sehingga paham bahwa mitigasi bencana itu merupakan tanggung jawab bersama dan merupakan kebutuhan. Meskipun tidak terkena bencana semua akan terkena image lokasi yang tidak baik.

Peneliti harus terus melakukan pendampingan hingga masyarakat dapat secara sadar, mandiri dan berdaya untuk melakukan mitigasi bencana longsor di lingkungannya sendiri.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan uraian dalam bab-bab sebelumnya dapat disimpulkan bahwa mitigasi bencana longsor di kawasan Perumnas Bukit Beringin Lestari, Gondoriyo, Ngaliyan, Semarang dilakukan dengan menggunakan *Vetiver Grass Technology*. Penerapan *Vetiver Grass Technology* dilakukan

dengan partisipasi aktif warga. Warga bahu membahu untuk melakukan mitigasi longsor di lingkungannya sendiri.

Ada dua tahap dalam melakukan miigasi. Tahap awal, warga meminta pihak perumnas selaku pengembang untuk melakukan penaludan ulang dan pemasangan bronjong pada lokasi bencana agar longsor susulan tidak terjadi lagi. Hal tersebut ditindak lanjuti Perumnas sebulan kemudian. Selanjutnya barulah warga menerapkan *Vetiver Grass Technology* di sekitar lokasi bencana untuk merehabilitasi tanah bekas longsor dan melindungi talud, bronjong, dan bangunan rumah yang ada.

5.2 Saran

Kesuksesan penerapan *Vetiver Grass Technology* tidak bisa instan. *Vetiver Grass Techology* dapat menjalankan fungsinya dengan baik setelah tanaman Vetiver dewasa atau kurang lebih memerlukan waktu dua tahun, setelah itu Vetiver tidak memerlukan perawatan, hanya perlu pemangkasan daunnya biar terlihat rapi. Oleh karena perawatan di awal pertumbuhan mutlak diperlukan. Setelah 3 bulan bibit yang mati perlu disulam dengan yang baru. Kegiatan perawatan tidak akan berhasil tanpa partisipasi warga, sehingga kegiatan pendampingan harus dilakukan secara berkesinambungan sampai warga dapat secara

sadar, mandiri dan berdaya untuk melakukan mitigasi bencana longsor dengan menggunakan *Vetiver Grass Technology*.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, Yunus, *Metode Penelitian*, Bandung: PT. Tarsito Bandung, 2009.
- Booth DJ, Adinata A & Younger JS, *Vetiver's Role in Poverty Alleviation Propels its Dissemination in Indonesia*, Proceedings of The Fourth International Conference on Vetiver, Caracas, Venezuela, 2006.

Dafforn, MR., *Hedge Vetiver: A Genetic and Intellectual Heritage*. Proceedings of the Second International Conference on Vetiver: Vetiver and the Environment. Office of the Royal Development Projects Board, Bangkok, 2002.

Departemen Pekerjaan Umum, *Petunjuk Perencanaan Kawasan Perumahan Kota*, Badan Penerbit Pekerjaan Umum. 1987.

Greenfield, J., *Vetiver Grass: An Essential Grass for the Conservation of Planet Earth*. Buy Books on the Web.com, ISBN-13: 9780741410658. ISBN: 0741410656, 2002.

<https://Vetiverindonesia.wordpress.com/buku-2/buku/6-penerapan-di-indonesia/>

Jawa Pos Radar Semarang, 31 Januari 2014.

LPM IAIN Sunan Ampel Surabaya, *Modul Pelatihan Kuliah Kerja Nyata (KKN) Transformatif IAIN Sunan Ampel Surabaya*, Surabaya : LPM IAIN Sunan Ampel, 2008.

National Academy Press, Washington, USA, *Vetiver Grass: A thin green line against erosion*, 1993.

O'Brien, Rory, *An Overview of the Methodological Approach of ActionResearch*,

<http://www.web.net/~robrien/papers/arfinal.html>, 1998.

- Panudju, Bambang, ***Pengadaan Perumahan Kota Dengan Peran Serta Masyarakat Berpenghasilan Rendah***. Alumni. Bandung, 1999.
- Peraturan Menteri Negara Perumahan Rakyat Republik Indonesia Nomor 34/PERMEN/M/2006
- Suara Merdeka, 20 Juni 2006.
- Supardan, Dadang, ***Pengantar Ilmu Sosial: Sebuah Kajian Pendekatan Struktural***. Jakarta: Bumi Aksara, 2011, h.154.
- Trong, Paul, ***Buku Panduan Teknis Penerapan Sistem Vetiver***, The Indonesian Vetiver Network, 2011.
- Van, Tran Tan, ***Buku Panduan Teknis Penerapan Sistem Vetiver***, The Indonesian Vetiver Network, 2011.
- Wawancara dengan Wage, Bagian Keamanan Perumnas Beringin, 1 Desember 2014.
- Yudohusodo, ***Rumah Untuk Seluruh Rakyat***, Penerbit Djatmika. Jakarta, 1991.

LAMPIRAN



Bencana Longsor di Jalan Bukit Bringin Barat C 169, RT 02, RW 05, Kelurahan Gondoriyo, Kecamatan Ngaliyan. Tidak ada korban jiwa dalam peristiwa tersebut tetapi kerugian material diperkirakan mencapai Rp 60 juta. Hujan membuat fondasi rumah yang terletak di pinggir tebing ini longsor.



Ketua RT 02 RW. V
Kecamatan Ngaliyan
Kota

KETUA RW. V

Bagian dapur dan ruang keluarga pun tak bisa ditempati lagi.
Penghuni rumah terpaksa mengungsi ke rumah saudaranya.

MUHAMMAD THOHA

ROSIDIN SUDASTRO

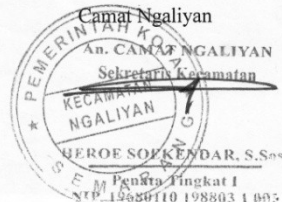
MENGETAHUI



Curah Gondoroyo

WAHJOEDI FAJAR

NIP.19690410.199001.1002



Camat Ngaliyan

An. CAMAT NGALIYAN
Sekretaris Kecamatan

HEROE SOKKENDAR, S.Sos
Pangkat Tingkat I
NIP.19650110.198803.1003








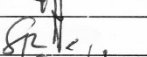



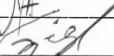
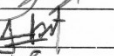
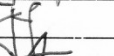

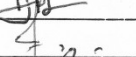
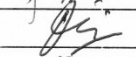



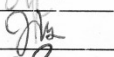

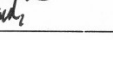




112 | Laporan Karya Pengabdian Dosen

Tembusan disampaikan Kepada Yth :

1. Wali kota Semarang di – Semarang

Daftar Peserta *Sharing* Mitigasi Longsor

**& Penerima Bibit Vetiver di Perumnas Bukit Beringin
Lestari, Gondoriyo, Ngaliyan, Semarang**

No	Nama	Alamat	Tanda Tangan
1	Bu. Siti Nur Azizah	DB C/166	
2	Bu. Sri Rahayu	BBBC/159	
3	Bu. Taufan	BBBC/171	
4	Bu. Yudi Utomo	BBBC/159	
5	Bu. M. THOMAS	BBC 67	
6	Bu. KUSMAN	BBC 73	
7	Bu. PURYANTO	BB C 63	
8	Bu. Joko Sulistyono	BB C 40	
9	Bu. Albert	BB C 162	
10	Bu. Suwito	C-68	
11	Ibu Suti Man	BC 1689	
12	Bu. Nursuganto	C 72	
13	Budi Santoso	C 65	
14	Bu. Bambang	C 161	
15	Ibu. Parmono	C 62	
16	Ibu Prapto	C 66	
17	Ibu Sutimdn	C 169	
18	Ibu Budi Santoso	C 65	
19	Ibu Sutejo	C 156	
20	B. Wahid	D.01	
21	B. Amri	Kanguru I/1A	
22	B. Yur.	E 59	
23	B. Nasyihin	B-227	
24	B. Wulan (P. Anggit)	C. 164	
25	B. Dita	C. 165	
26	B. ARI	F. 40	
27	Bu. Harsono	G. 239	
28	Bu Tika	C 168	